Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER · R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE
A. KUHN · M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

42. JAHRGANG **HEFT 6 (ZWEITES MÄRZHEFT)** **1955**

INHALT:

Seite

AUFSÄTZE.

Neuartige Probleme und Ergebnisse der biologischen Chemie. Von A. BUTENANDT 141

BERICHTE.

Das Magnetfeld der Sonne. Von M. WALDMEIER 149

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Untersuchungen zur FOURIER-Analyse von Röntgenstreukurven. Von G. BREITLING, F. HERRE und H. RICHTER . 151
Zur Herstellung von empfindlichen PbSe-Photoleitern. Von H. GOBRECHT, F. NIEMECK und F. SPEER 152
Die RAMAN-Spektren von Diäthylphosphin und Triäthylphosphin. Von M. BAUDLER und H. GUNDLACH 152
Chemilumineszenz von Luminol unter Einwirkung von Röntgenstrahlen. Von H. BERGSTERMANN 152
Chromatographic Separation of Chlorides of Group IIIb, IV and V Metals. Von J. BARNABAS 153
Einfluß von Wasserstoffbrücken auf die Spaltungsgeschwindigkeit von Azofarbstoffen. Von R. MECKE jun. und D. SCHMÄHL 153
Die Bildung von Trithiocarbonat am Anionenaustauscher. Von R. KLEMENT 154
Rhodosamin, eine neue Dimethylamino-desoxy-aldohexose. Von H. BROCKMANN und E. SPOHLER 154
Zur Konstitution des Kromycins. Von H. BROCKMANN und R. OSTER 155
Versuche zur Dimerisation des N-Vinylpyrrolidons. Von J. W. BREITENBACH, F. GALINOVSKY, H. NESVADBA und E. WOLF 155
Beitrag zur Darstellung von 1.2-Bis-alkyl-mercaptoäthinen. Von H. BAGANZ und W. TRIEBSCH 155
Isolierung und chemische Untersuchung von Lipofuscin. Von G. SIEBERT, O. HEIDENREICH, R. BÖHMIG und K. LANG 156
Über ein Verfahren zur Durchführung der Papier-Hochspannungselektrophorese ohne Kühlung. Von G. SCHNEIDER und G. SPARMANN 156
Isolation of Butyraldehyde in the Butyl Alcohol Fermentation. Von E. MONTOYA and V. BOLCATO 157
Der Einfluß der Tonmineralien auf die Enzym-Aktivität der Bodenphosphatase. Von L. KROLL und M. KRAMER . . . 157
Der Phosphatstoffwechsel als Indikator der CO_2-Verwertung. Von H. G. SCHLEGEL 158
Die Bedeutung wurzeleigener Hemmstoffe für das Wurzelwachstum. Von E. LIBBERT 158
Die Wurzel als Bildungsstätte für Cumarine. Von K. MOTHES und H. KALA 159
Cancerogene Wirkung von Anthracen. Von H. DRUCKREY und D. SCHMÄHL 159
Weitere Untersuchungen über das Auftreten von Mäuseleukämien nach Injektion von Tumorfiltraten. Von F. FEY, H. BIELKA und A. GRAFFI 160
UV-Sensibilität von fortzüchtbaren Lysinen und Bakteriophagen. Von H. RAETTIG 160
Experimentelle Porphyrie durch Derivate substituierter Allylessigsäuren und Pathogenese der menschlichen akuten Porphyrie. Von W. STICH und P. DECKER 161
Zur Frage der postmortalen Reaktionsfähigkeit des kontraktilen Mechanismus der Muskulatur. Von W. PARTMANN . . . 161

BESPRECHUNGEN.

Geotektonische Forschungen, herausg. v. H. STILLE u. F. LOTZE. (Ref.: H. G. WUNDERLICH) 162
A Bibliography on Meteorites, herausg. v. H. BROWN. (Ref.: F. HEIDE) 163
Experimental Nuclear Physics. Bd. 1 u. 2. (Ref.: W. RIEZLER) 163
K. O. FRIEDRICHS, Mathematical Aspects of the Quantum Theory of Fields. (Ref.: K. SYMANZIK) 163
G. OSTWALD, Wilhelm Ostwald mein Vater. (Ref.: E. BUCHWALD) 164
E. LEUPOLD, Die Bedeutung des Blutchemismus, besonders in Beziehung zu Tumorbildung und Tumorabbau. (Ref.: H. LETTRÉ) 164

Körperbau und Charakter

Untersuchungen zum Konstitutionsproblem und zur Lehre von den Temperamenten. Von Dr. Dr. h. c. **Ernst Kretschmer,** ord. Professor für Psychiatrie und Neurologie in Tübingen. Einundzwanzigste und zweiundzwanzigste, wesentlich verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 81 Abbildungen. XIII, 444 Seiten Gr.-8°. 1955. Ganzleinen DM 29.60

Inhaltsübersicht: Erster Teil: **Der Körperbau.** I. Methodisches. — II. Die Körperbautypen. — III. Gesichts- und Schädelbau. — IV. Körperoberfläche. — V. Die dysplastischen Spezialtypen. — VI. Vegetative und endokrine Funktionen. — VII. Konstitutionsaufbau. — Zweiter Teil: **Die Temperamente.** VIII. Charakterologische Familienforschung. — IX. Die cycloiden Temperamente. — X. Die schizoiden Temperamente. Allgemeiner Teil. — XI. Die schizoiden Temperamente. Spezieller Teil. — XII. Die cyclothymen und schizothymen Durchschnittsmenschen. — XIII. Die viscösen Temperamente der Athletiker. — XIV. Konstitutionelle Entwicklungsphysiologie. — XV. Experimentelle Typenpsychologie. — XVI. Konstitution und Leistung. — XVII. Konstitution und Verbrechen. — XVIII. Die Genialen. — Dritter Teil: **Theorie der Temperamente und Typen.** XIX. Theorie der Temperamente. — XX. Der Konstitutionstypus als naturwissenschaftliches und erkenntnistheoretisches Problem. — Literatur.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (bis 1948 Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft).

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20 %. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Springer-Verlag

Berlin · Göttingen · Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,

(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel.: 4717.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Die Unsachlichkeit der Existenzphilosophie

Vier kritische Aufsätze. Von Professor Dr. **Kurt Reidemeister**, Direktor des Mathematischen Seminars der Universität Marburg a. d. Lahn. IV, 40 Seiten Gr.-8°. 1954. Englische Broschur DM 4.80

Inhaltsübersicht: Über den Ursprung der Theologie Bultmanns. — Positivismus und Existenzphilosophie. — Die Einheit des Denkens in Philosophie und Wissenschaft. — Über den Begriff der Spekulation.

Die folgenden vier Aufsätze sind der kritischen Darstellung einiger Grundgedanken der Existenzphilosophie gewidmet. Der erste Aufsatz zeigt die Grenze des existenziellen Verstehens in einer konkreten theologischen Situation auf. Der zweite Aufsatz schildert die systematische Bedeutung des Sprunges in die Existenzphilosophie als eine unbegründete Ablehnung a priori des Positivismus. Der dritte Aufsatz sucht den Gegensatz zwischen Positivismus und Existenzphilosophie zu besserem Verständnis von innen her durch Einbettung in den Gegensatz zwischen positivem und hermeneutischem Verstehen zu bringen. Im vierten Aufsatz wird der spekulative Charakter des existenziellen Denkens an einem Beispiel aufgehellt.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

42. Jahrgang Heft 6 (Zweites Märzheft) 1955

Neuartige Probleme und Ergebnisse der biologischen Chemie*).

Von ADOLF BUTENANDT, Tübingen.

I.

Der 1946 verstorbene Tübinger physiologische Chemiker FRANZ KNOOP hat uns einen Aufsatz hinterlassen, in dem er die Aufgabenbereiche seines Faches umreißt. In dieser bemerkenswerten Schrift führt KNOOP aus, das Leben sei gekennzeichnet durch eine „Kontinuität chemischer Bewegung, die mit der ersten lebenden Zelle ihren Anfang nahm und sich durch die Jahrtausende ununterbrochen bis zu den heute lebenden Einzelindividuen erhalten hat". Das ist die Kennzeichnung des Lebens vom Gesichtspunkt eines biologischen Chemikers aus; sie umschließt eine Reihe von teils wohlbekannten, teils neuartigen Erkenntnissen:

1. Die Kennzeichnung des Lebens als eine chemische Bewegung erinnert uns zunächst daran, daß es „Leben" im Sinne der abstrakten Definition nicht gibt, sondern nur lebende Organismen, d.h., alle Lebensvorgänge und -erscheinungen sind an *chemisch-stoffliche Ordnungsgefüge* gebunden, die uns als „Organismen", von der Einzelzelle bis zum höchst entwickelten Lebewesen, entgegentreten.

2. werden wir an die Erkenntnis erinnert, daß *jede* Lebensäußerung — gleich welcher Art —, mag es sich handeln um Vorgänge des Stoff- und Formwechsels, des Wachstums, der Entwicklung, der Bewegung, um Aufnahme und Verarbeitung von Sinnesreizen oder um irgendeine geistige Leistung oder seelische Regung —, daß jede Lebensäußerung verbunden ist mit dem Ablauf einer für sie spezifischen chemischen Umsetzung innerhalb des stofflichen Ordnungsgefüges. Diese chemischen Reaktionen liefern die für die entsprechenden Lebensvorgänge benötigte Energie.

Die physiologische Chemie hatte in der ersten Phase ihrer Entwicklung die Aufgabe, das chemisch-stoffliche Ordnungsgefüge der Organismen zu analysieren, festzulegen, welche Stoffe nach Qualität und Quantität an seinem Bau beteiligt sind, und in welcher räumlichen Ordnung die Molekeln dieser Stoffe zueinander stehen; in der zweiten Phase ihrer Arbeit versucht die physiologische Chemie den Ablauf jener Reaktionen zu ermitteln, die mit den speziellen Leistungen des Lebens verbunden sind.

3. Die zunehmende Kenntnis von der Summe aller in und an lebenden Zellen sich abspielenden chemischen Prozesse führte in den letzten zwei Jahrzehnten zu einer ganz neuartigen Anschauung vom Chemismus der Zelle. Wir müssen heute die lebende Zelle definieren als „in ständigem Umsatz befindlichen Stoff" (REIN). Das bedeutet, daß das uns in den lebenden Zellen entgegentretende chemisch-stoffliche Ordnungsgefüge kein statischer Zustand ist, wie es zunächst den Anschein hat; die lebende Zelle ist auch nicht vorübergehend etwas Statisches, sondern ein dynamisches Geschehen, in das fortgesetzt alle Bau- und Betriebsstoffe gleichermaßen einbezogen werden. Fast alle erkennbaren Strukturen und Formelemente der lebenden Zelle werden fortgesetzt eingeschmolzen, abgebaut und wieder neu aufgebaut. Daß bei diesem ständigen stofflichen Umsatz, der eine Trennung von Bau- und Betriebsstoffen sinnlos werden läßt, die Form von Zelle und Organismus weitgehend erhalten bleibt, ist das große Geheimnis, das hinter diesem physikalisch-chemisch als „Fließgleichgewicht" zu definierenden Geschehen steht.

Man weiß um dieses Geschehen, seitdem der Stoffwechsel von Zellen und Organismen mit Hilfe von Verbindungen erforscht werden konnte, die durch Einbau isotoper Atome gekennzeichnet, „markiert" wurden. Durch Einbau eines isotopen Elementes — etwa eines Wasserstoff-, Kohlenstoff-, Stickstoff- oder Phosphor-Isotops — in eine Verbindung, die im Organismus vorkommt und im Stoffwechsel verarbeitet wird, etwa in ein Kohlenhydrat, in ein Fett oder in einen Baustein der Eiweißmolekeln, „markiert" man diese Stoffe. Sie bleiben auf diese Weise für uns erkennbar, ohne daß sich ihre chemischen Eigenschaften und damit ihr Verhalten im Stoffwechsel ändern. Verabfolgt man einem lebenden Organismus eine Verbindung, die mit einem isotopen Element markiert ist, so kann man ihren Weg verfolgen, feststellen, wohin sie transportiert wird, wo sie eingebaut wird, wie lange sie an diesem Ort verweilt, und was im weiteren Umsatz aus ihr wird. Durch eine Fülle von Experimenten dieser Art wurde offenbar, was wir vorwegnahmen: daß alle stofflichen Ordnungsgefüge, alle Strukturen im Leben einem dauernden Auf- und Abbau unterliegen. Man erkannte z.B., daß die Eiweißstoffe im Blut eines Menschen innerhalb von zehn Tagen auf die Hälfte abgebaut und in der gleichen Zeit um diese Hälfte neu synthetisiert werden, und daß der gesamte Eiweißbestand eines menschlichen Körpers einschließlich aller Muskeln innerhalb von 80 Tagen auf die Hälfte abgebaut und neu synthetisiert wird. Man weiß, daß in diesen Prozeß auch die so stabil erscheinenden Strukturen der Knochen und Zähne einbezogen sind!

Mit einer solchen Schau, der Betrachtung der lebenden Zelle als in ständigem Umsatz befindlichem Stoff, wurde etwas grundsätzlich Neues gewonnen: Das früher übliche statische Bild von der Zelle ging von der Auffassung aus, daß eine einmal aufgebaute Form, eine einmal aufgebaute Struktur für die Dauer des individuellen Lebens weitgehend erhalten bleibe, und daß innerhalb dieses statischen Ordnungsgefüges an mit der Nahrung aufgenommenen Betriebsstoffen sich jene chemischen Umsetzungen vollziehen, die zur Energiegewinnung benötigt werden. Das neu gewonnene Bild vom „Fließgleichgewicht" lebender Zellen enthält nichts Statisches mehr und lehrt uns, daß der Vergleich eines lebenden Organismus mit einer Maschine nicht einmal im materiellen, somatischen Bereich gültig ist!

4. Die Betrachtung einzelner lebender Zellen und Organismen als im ständigen Umsatz befindlichen

*) Vortrag in der Festsitzung anläßlich der Hauptversammlung der Max-Planck-Gesellschaft am 11. Juni 1954 in Wiesbaden.

Stoff hat zunächst den Zusammenhang zwischen allen lebenden Organismen vernachlässigt; aber die für das Leben kennzeichnende chemische Bewegung, von der KNOOP spricht, umfaßt nicht nur die chemischen Prozesse, die in einem Individuum während seines Lebens ablaufen, sondern sieht in diesen chemischen Umsetzungen nur Teilphasen eines übergeordneten Geschehens, das uns in jenen alle Lebewesen umfassenden Kreisprozessen entgegentritt, in denen immer wieder neue Individuen entstehen, sich über Zeugung, Entwicklung, Wachstum, Geschlechtsreife, Rückbildung, Altern, Tod und Zerfall diesen Gesamtprozessen als Glieder einfügen. Immer wieder wird in großen Kreisprozessen neue organische Substanz aus anorganischer aufgebaut. Auf mannigfachen Wegen kann eine einmal gebildete organische Substanz eine Vielzahl von Lebewesen durchlaufen, bis sie schließlich zu Endprodukten des Stoffwechsels verbrennt, in anorganische Materie zurückverwandelt wird und in den Anfang des Kreisprozesses wieder eintritt.

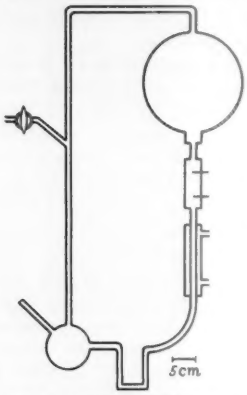


Fig. 1. Umlaufapparatur zur Synthese von Aminosäuren aus den Elementen der Uratmosphäre. (Nach ST. L. MILLER.)

Erst wenn man die Gesamtheit dieser chemischen Umsätze übersieht, versteht man ganz, was KNOOP mit dem Ausspruch meinte, Leben sei gekennzeichnet „durch die Kontinuität einer chemischen Bewegung", die mit der ersten lebenden Zelle begann und sich bis zu den heute lebenden Individuen ununterbrochen erhalten hat.

II.

Diesem Bilde entnehmen wir nun die Aufgaben, die der biologischen Chemie im Rahmen der Erforschung der Lebensvorgänge gestellt sind. Wir möchten Kenntnis gewinnen vom Wesen der für das Leben so kennzeichnenden chemischen Bewegung, von der Art aller chemischen Vorgänge, die mit dem Leben verknüpft sind, vom Wesen des Auf- und Abbaus organischer Strukturen, von der Gewinnung und Verwertung der Energie. Darüber hinaus stellen wir aber auch die Frage nach dem Beginn dieser chemischen Bewegung mit dem ersten lebendigen Teilchen, die Frage nach dem *Wesen der Urzeugung*; wir stellen die Frage nach dem Verlauf des Prozesses, der sich bis zu dem augenblicklichen Zustand entwickelt hat, nach seiner Steuerung und nach dem mutmaßlichen weiteren Ziel . . .

Wir glauben, mit der Beantwortung solcher Fragen Wesentliches zur Erkenntnis des Lebens beitragen zu können. Doch bleiben wir uns dessen bewußt, daß wir mit diesem Vorgehen nur einen Ausschnitt der Wirklichkeit, nicht die ganze Wirklichkeit des Lebens zu erfassen vermögen. Das liegt von vornherein in der Wahl der Methodik und gilt für eine jede. Verwenden wir zur Beantwortung irgendeiner uns entgegentretenden Frage die Methodik der Chemie, so wird die Antwort nur aus dem Bereich chemischer Vorgänge zu erwarten sein. Definiert man das Leben als chemische Bewegung, so liegt darin bereits eine von jeder naturwissenschaftlichen Betrachtung vollzogene Abstraktion; in diesem Bilde sind naturgemäß alle seelischen Eigenschaften, Empfinden, Fühlen, Wollen oder die mit individuellem Leben verbundenen Persönlichkeitswerte nicht mehr enthalten. Wollen wir die ganze Wirklichkeit, die Erscheinungen des Lebens insgesamt, umfassen, so bleibt uns nur übrig, auf dem Wege der Integration zahlreicher Einzelergebnisse vorzugehen, die mit den verschiedensten Methoden der Natur- und der Geisteswissenschaft erzielt werden können. Jede wissenschaftliche Disziplin gibt das ihre zum Bilde vom Leben, keine ist entbehrlich, und alle miteinander sind immer auf dem Wege.

Aus der unendlichen Fülle der Fragen, die allein den Biochemiker bedrängen, wollen wir im folgenden zwei Teilprobleme herausgreifen. Wir wollen uns fragen, was wir auf Grund unserer heutigen biochemischen Kenntnis aussagen können über den Beginn der chemischen Bewegung, also über das *Problem der Urzeugung*. Zum anderen fragen wir nach dem *Wesen der Steuerungsmechanismen*, denen die chemische Bewegung des Lebendigen unterworfen ist.

III.

Forschungen über den radioaktiven Zerfall führen zu der gesicherten Annahme, daß die Welt in gegenwärtiger Form nicht länger als einige Milliarden Jahre existieren kann. Die Temperaturbedingungen, die für die Bildung der chemischen Elemente zu fordern sind, lassen sicher keine Möglichkeit zu für die Existenz von Lebewesen innerhalb jener Erdperiode, in der Temperaturen von einigen Billionen Grad geherrscht haben müssen. Das Leben wird auf der Erde etwa einige hundert Millionen Jahre bestehen; für die Zeitdauer, in der sich seine Entstehung vollzog, bleibt nur ein etwa zehnmal größerer Zeitraum.

Am Anfang des Zeitalters der „Urzeugung" muß organisch-chemische Substanz aus anorganischer entstanden sein, denn das chemisch-stoffliche Ordnungsgefüge einer lebendigen Organisation kann ja erst entstehen, nachdem organisch-chemische Substanz verfügbar war.

Wie können auf der Erdoberfläche ohne Mitwirkung von Lebewesen organisch-chemische Stoffe aus anorganischen entstanden sein, insbesondere jene beiden Stoffklassen, die für die Struktur lebendiger Materie besonders charakteristisch sind, die Nucleinsäuren (Kernstoffe) und die Eiweißstoffe. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen wird auf der Erde organische Substanz nur durch Lebewesen gebildet, weil in Gegenwart von Sauerstoff organisch-chemische Stoffe nicht beständig sind, sondern in Wasser, Kohlensäure und Ammoniak zerfallen. Weil das thermodynamische Gleichgewicht stark auf der Seite dieses Zerfalls liegt, ist die Entstehung organischer Substanz aus anorganischer unter den jetzigen Verhältnissen ohne Mitwirkung von Lebewesen nicht möglich. Die Frage lautet somit: Unter welchen Bedingungen konnten in früheren Erdperioden organische Stoffe sich aus anorganischen vor der Existenz von Lebewesen bilden?

Wir entnehmen den Lehren der Geochemie, daß die Ur-Atmosphäre unserer Erde frei war von Sauerstoff; sie bestand aus Kohlenwasserstoffen einfacher

Art, aus Ammoniak, aus Wasser und Wasserstoff. Es läßt sich experimentell prüfen, unter welchen Bedingungen in einer solchen Uratmosphäre organisch-chemische Stoffe entstehen und welche es sein können.

Wir verdanken dem amerikanischen Chemiker STANLEY L. MILLER in Chicago ein entscheidendes Experiment aus dem Jahre 1953. In einer einfachen geschlossenen Glasapparatur (Fig. 1) ließ MILLER eine künstlich bereitete Uratmosphäre aus Methan (Grubengas), Ammoniak, Wasserstoff und Wasserdampf dadurch kreisen, daß er die Apparatur während der ganzen Versuchsdauer links (an der kleineren Hohlkugel) erwärmte und rechts durch Verwendung eines LIEBIG-Kühlers abkühlte. Dem System wurde unterhalb der rechten größeren Hohlkugel Energie durch fortgesetzte elektrische Entladungen zugeführt, die wahrscheinlich auch bei Umsetzungen in der Uratmosphäre eine bedeutende Rolle gespielt haben. Nach einer Versuchsdauer von 8 Tagen wurde das Reaktionsgut unter streng sterilen Bedingungen aufgearbeitet, und es wurde unter Verwendung der Papierchromatographie gezeigt, daß wägbare Mengen von Aminosäuren, vor allem Glykokoll, α- und β-Alanin, neben kleinen Mengen anderer Aminosäuren (wahrscheinlich Asparagin- und α-Aminobuttersäure) entstanden waren.

Der Versuch lehrt, daß die Bildung organischer Stoffe auf der Erde unter denkbaren Bedingungen ohne Mitwirkung von Lebewesen einmal möglich war, und es erscheint besonders bemerkenswert, daß die im Versuch von MILLER auftretenden Verbindungen denen entsprechen, die alle heutigen Lebewesen zum Aufbau ihrer Eiweißstrukturen verwenden!

Die in der Uratmosphäre entstandenen organisch-chemischen Stoffe sind zwar energiereicher als ihre Umgebung und werden allmählich wieder zerfallen; jedoch können sie — etwa mit dem Gewitterregen — der Erde zugeführt werden, und es ist denkbar, daß ihre Anreicherung auf der Erdoberfläche schneller erfolgte als ihr Zerfall. Mit dem geschilderten Versuch ist etwas Entscheidendes gewonnen. Wenn auch der Weg von der Entstehung erster Aminosäuren bis zur Bildung einer Eiweißmolekel gewiß ein weiter, der Weg von einer Eiweißmolekel bis zur Organisation eines lebendigen Teilchens ein noch viel weiterer sein mag — die Frage, welche organischen Verbindungen in den Kreisprozessen vergangener erdgeschichtlicher Perioden ohne Lebewesen entstehen konnten, ist jetzt experimentell angreifbar geworden. Darin liegt ein bemerkenswerter Fortschritt.

IV.

Ein zweiter Weg, auf dem versucht wird, Kenntnisse über Vorstufen der lebenden Zelle zu gewinnen, wurde von der Virusforschung eröffnet. Dieser Wissenschaftszweig hat die Frage aufgeworfen, ob die lebende Zelle wohl die primitivste Organisation der heute noch existierenden lebendigen stofflichen Ordnungsgefüge sei, oder ob wir auch unter den gegenwärtig herrschenden Bedingungen noch Vorstufen der einfachsten lebenden Zellen kennen. Diese Frage ergab sich zwangsläufig aus der Entwicklung unserer Kenntnisse über das Wesen der Virusarten. Viren sind Krankheitserreger bei Mensch, Tier und Pflanze, die zumeist wesentlich kleiner sind als Bakterien, also kleiner als die kleinsten Lebewesen von gesicherter Zellstruktur. Viren vermehren sich nur in lebenden Zellen und überbrücken nach ihrer Größe gerade das Gebiet zwischen den größten Eiweißmolekeln und den kleinsten lebenden Zellen. Sind sie etwa phylogenetische Vorstufen der lebenden Zellen und Übergangsstrukturen von den leblosen Eiweißstoffen zur lebendigen Organisation?

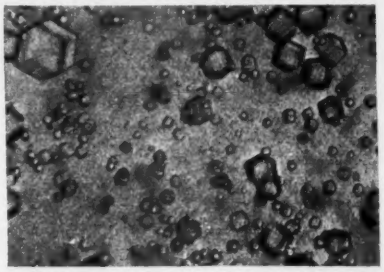


Fig. 2. Kristalle des Bushy stunt-Virus, lichtmikroskopische Aufnahme. (Nach BAWDEN.)

Während der letzten 20 Jahre wurden zahlreiche Viren rein dargestellt und stofflich charakterisiert. Ihre vergleichende Untersuchung zeigte, daß sie in ihrer stofflichen Zusammensetzung und in ihrer Struktur eine lückenlose Reihe immer komplizierter werdender Systeme darstellen. Die einfachsten Viren

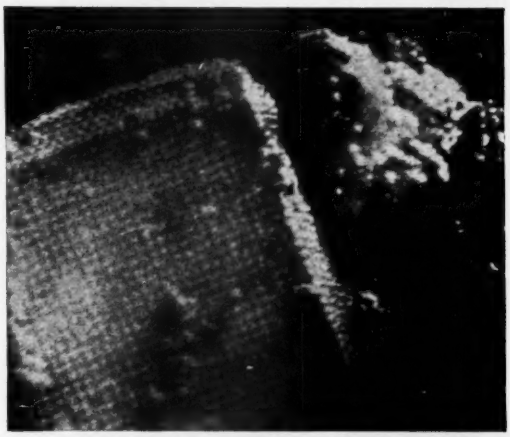


Fig. 3. Kristalle des Tabaknekrosevirus, elektronenmikroskopische Aufnahme. (Nach MARKHAM, SMITH und WYCKOFF.)

findet man unter denen, welche Pflanzenkrankheiten auslösen, unter den „phytopathogenen" Viren. Sie sind sogar in kristallisierter Form darstellbar, wie am Beispiel des eine Tomatenerkrankung auslösenden Bushy stunt-Virus gezeigt sei (Fig. 2). Die chemische Analyse reiner phytopathogener Viren zeigte, daß sie aus Molekeln einheitlicher chemischer Stoffe bestehen, die aus Eiweiß und Nucleinsäuren — den beiden wichtigsten Bestandteilen auch der lebenden Zellen — zusammengesetzt sind, also Nucleoproteid-Molekeln darstellen. Diese Molekeln — also die einzelnen Virusteilchen — haben entweder Kugelgestalt oder die Form von Stäbchen oder dünnen Fäden.

In Fig. 3, einer elektronenmikroskopischen Aufnahme des Tabak-Nekrose-Virus, erkennt man, wie

ein Viruskristall aus einzelnen kugelförmigen Virusmolekeln aufgebaut wird. Das 1935 von W. M. STANLEY als erstes phytopathogenes Virus kristallin dargestellte Tabakmosaik-Virus hat Stäbchengestalt (Fig. 4); ein Partikelchen dieses Virus ist etwa 280 mμ lang, 15 mμ dick und zeigt ein Teilchengewicht von

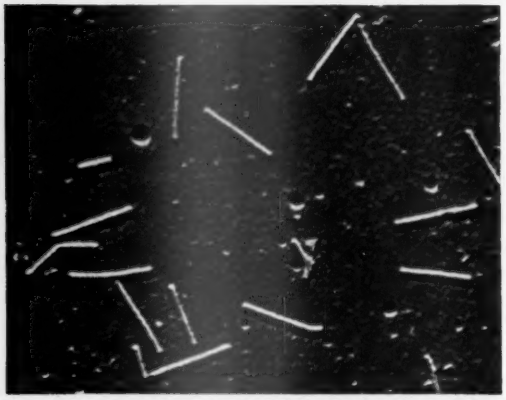


Fig. 4. Elektronenmikroskopische Abbildung des Tabakmosaikvirus. (Nach SCHRAMM.)

40 Millionen. Das Kartoffel-Y-Virus, das durch die Pfirsichblattlaus verbreitet wird und einen gefürchteten „Kartoffelabbau" bewirkt, hat die Gestalt längerer Fäden von den ungefähren Maßen 700×13 mμ (Fig. 5).

Die tier- und menschenpathogenen Viren sind weniger gleichförmig gebaut, bisher ist keines von ihnen kristallisiert erhalten worden. Ihre chemische Zusammensetzung wird schrittweise komplizierter. Neben Eiweiß und Nucleinsäure können Lipide, fett-

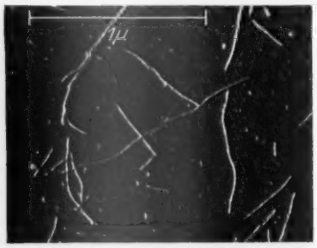


Fig. 5. Elektronenmikroskopische Aufnahme des Kartoffel-Y-Virus; Einzelteilchen mit 750 mμ Länge. (Nach SCHRAMM.)

ähnliche Stoffe, und Kohlenhydrate am Aufbau der Virusteilchen beteiligt sein, und manche dieser Krankheitserreger entwickeln eine enzymatische Fähigkeit, die das Eindringen in eine lebende Zelle erleichtert. Entsprechend komplizieren sich Gestalt und Struktur.

Nur wenige tierpathogene Viren haben die Gestalt kleiner Kugeln (Durchmesser < 50 mμ) und erinnern an die Nucleoproteidmolekeln der phytopathogenen Viren. Die meisten sind größer. Das Influenza-Virus mit einem Durchmesser von etwa 80 mμ und einem Teilchengewicht um 350×10^6 enthält neben Eiweiß und Nucleinsäure auch Kohlenhydrat und Lipoide. Ihm ist im inneren Aufbau das Virus der klassischen Geflügelpest vergleichbar (Fig. 6), das kugelähnliche Formen mit einem Durchmesser von 70 mμ und einem Teilchengewicht um 151×10^6 bildet; durch vorsichtige Behandlung mit Alkali kann es in verschiedene Strukturbestandteile zerlegt werden, in ein niedermolekulares Protein und eine hochmolekulare Hüllsubstanz. Bei dem noch größeren Virus der atypischen Geflügelpest, das flache Scheibchen vom Durchmesser 200 mμ und einem Teilchengewicht von 800×10^6 bildet (Fig. 7), ist bereits im elektronenmikroskopischen Bild eine

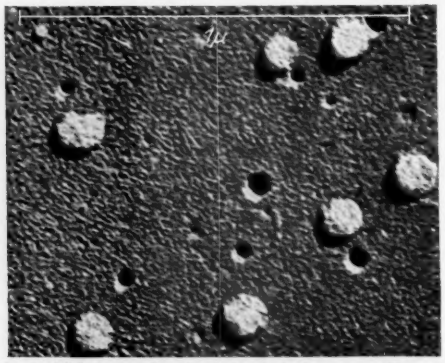


Fig. 6. Elektronenmikroskopische Aufnahme vom Virus der klassischen Geflügelpest. (Nach W. SCHÄFER.)

innere Struktur erkennbar. Welch komplizierten Bau Viren besitzen können, zeigen die Bakteriophagen, auf Bakterien spezialisierte Virusarten. In der Fig. 8

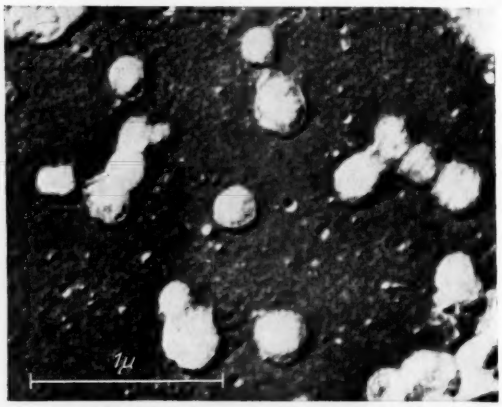


Fig. 7. Elektronenmikroskopische Aufnahme vom Virus der atypischen Geflügelpest. (Nach W. SCHÄFER.)

sind Coliphagen wiedergegeben, die durch „Kopf"- und „Schwanzstück" ausgezeichnet sind. Als Beispiel für den Bau der größten uns bekannten Viren ist schließlich in Fig. 9 noch das Kuhpockenvirus, ein Vertreter der „Quaderviren" wiedergegeben, das bereits eine an Zellen mit Kern erinnernde Struktur besitzt. Es ließ sich auch zeigen, daß die „Kerne" (Zentralkörper) dieser Viren — wie die Zellkerne — reich an Nucleinsäure sind.

Jedoch sind auch die kompliziertesten Viren noch keine lebenden Zellen, sondern von wesentlich einfacherem Bau. Sie sind in isoliertem Zustand statische Gebilde ohne Stoffwechsel. Aber es ist auffallend, daß sich beim systematischen Vergleich der bisher rein dargestellten Viren sowohl unter chemischem wie

unter morphologischem Gesichtspunkt das Bild einer allmählich zunehmenden Vervollständigung der Struktur erkennen läßt, so daß man den Eindruck eines gleitenden Übergangs von einer Eiweißmolekel zu einer der Zelle schon nahekommenden Differenzierung erhält. Der morphologische und chemische Vergleich der Virusarten scheint uns also das Bild des Übergangs lebloser zu lebender Struktur zu vermitteln.

Kann man aus diesen Befunden schließen, daß wir in den Viren unmittelbare Vorstufen in der phylogenetischen Entwicklung der lebenden Zellen vor uns haben?

So naheliegend es scheinen mag, diese Frage zu bejahen, wir müssen uns doch hüten, nicht in einen Trugschluß zu verfallen. Man muß bedenken, daß alle Kriterien, durch welche Viren in die Nähe von Lebewesen rücken, erst offenbar werden, wenn die Viren in eine intakte lebende Zelle gelangen. Viren sind ja dadurch ausgezeichnet, daß sie sich nur in lebenden Zellen vermehren können, erst in der Wechselwirkung mit den stofflichen Bedingungen des Zellinnern und unter Verwendung der Energie des Zellstoffwechsels einer lebenden Zelle zeigen Viren Kriterien des Lebens, die zur Erhaltung ihrer Art notwendige Vermehrungsfähigkeit und die für Lebewesen charakteristische Variabilität und Mutabilität. Es erscheint zwingend, daß wir aus diesen Gründen in den Viren doch nicht die unmittelbaren Vorstufen der heute lebenden Zellen sehen dürfen. Wie hätten diese Viren sich ohne lebende Zellen vermehren sollen? Es gilt heute als wahrscheinlicher, daß die Viren rückgebildete, extrem parasitär entartete Organismen sind.

Danach sieht es zunächst so aus, als ob die Virusforschung nicht viel über die Herkunft der Lebewesen aussagen könnte. Dennoch haben die Erkenntnisse der Virusforschung für das Problem der Urzeugung große Bedeutung: FRIEDRICH-FREKSA hat kürzlich ausgeführt, daß die Viren *Modelle sind für Vorstufen des Lebens*, die in einer Umgebung, die ihnen Baustoffe und Energie liefert, Vermehrungs- und Mutationsfähigkeit aufweisen. Es wäre in der Tat denkbar, daß Vorfahren der Viren unter Bedingungen existiert haben, unter denen die für ihre Vermehrung benötigten Baustoffe und Energien nicht von einer lebenden Zelle, sondern vom Außenmedium geliefert wurden. Dann würde die Entstehung der ersten lebenden Zelle die Vereinigung beider Systeme zu einem einzigen bedeuten: „Ein vermehrungs- und mutationsfähiges Gebilde in einer energie- und baustoffliefernden Umgebung ist noch kein Lebewesen. Ein Lebewesen ist erst dann entstanden, wenn energieumsetzendes und genetisches Material zu einem Gebilde vereinigt sind. Wie diese Verbindung zustande kommen könnte, ist uns noch völlig verborgen, aber wir ahnen, in welcher Richtung wir suchen müssen."

Die Ermittlung der chemischen Struktur von Virusarten und der Art ihrer Vermehrung in Wechselwirkung mit einer lebenden Zelle erscheint uns daher als aussichtsreicher Weg, um die Minimalbedingungen festzulegen, die für die Existenz eines Lebewesens nötig sind.

V.

Die *Vermehrung der Viren* innerhalb der lebenden Zelle ist kein einfaches Wachstum durch Teilung. Man erkannte, daß die in die Zelle eingedrungenen Viren in der ersten Phase der sich anschließenden Entwicklung ihre Individualität vollkommen verlieren. Innerhalb einer „Latenzzeit", die sich an die Virus-Infektion der Zelle anschließt, sind keine Viren in der Zelle mehr nachweisbar, sie sind in kleinere Untereinheiten zerfallen, die offenbar mit dem genetischen Apparat der Zelle verschmelzen und mit ihm gemeinsam ein

Fig. 8. Elektronenmikroskopische Aufnahme von gereinigten T_2-Coliphagen. (Nach MURPHY.)

neues „Steuerungs-System" ergeben. Der durch das Erbgut der Zelle in seinem Ablauf festgelegte normale Stoffwechsel wird durch das veränderte Steuerungssystem „umgelenkt". Von der infizierten Zelle wird ein neuer, ihr bisher fremder und ihrem individuellen Leben nicht mehr dienender Weg des Stoffwechsels eingeschlagen, dessen Ziel in der Synthese von Stoffen besteht, die zum Aufbau neuer Virusteilchen benötigt

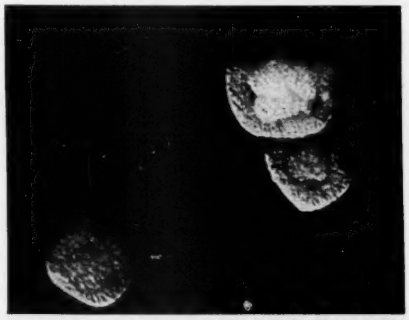


Fig. 9. Elektronenmikroskopische Aufnahme des Vaccine-Virus nach Reinigung durch Salzfällung. (Nach DAWSON und MCFARLANE.)

und verwendet werden. Zur Herstellung dieser neuen Baustoffe für die Virussynthese wird zunächst das vorhandene normale Zellmaterial verwendet, das ab- und umgebaut wird; anschließend können zum gleichen Zweck auch niedermolekulare Stoffe aus dem Kulturmedium der Zellen hinzugenommen werden. Das Ende der Latenzzeit ist durch das plötzliche Entstehen vieler neuer Virusteilchen aus ihren inzwischen bereitgestellten spezifischen Bausteinen gekennzeichnet.

Aus der Erkenntnis, das aus Virus und Wirtszelle ein System entstehen kann, das zu neuen Stoffwechselleistungen befähigt ist, stellt sich uns die Frage nach dem *Wesen der Steuerungsmechanismen* für den Ablauf der chemischen Bewegung lebender Systeme.

Jede lebende Zelle ist durch die ihr eigenen Stoffwechselvorgänge gekennzeichnet; Umfang und Wesen dieser Stoffwechselvorgänge werden durch das „Erbgut" der Zelle bestimmt. Wir haben viele Gründe für die Annahme, daß wesentliche Teile des Erbgutes einer Zelle durch die Summe der im Zellkern befindlichen Nucleinsäuren (vom Desoxyribose-Nucleinsäure-Typ = DNS) gegeben sind. Die Molekeln der

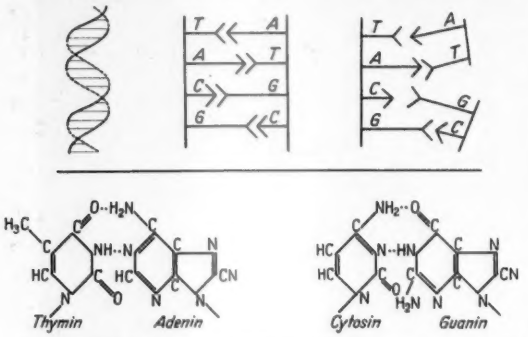


Fig. 10. Modell der Desoxyribosenucleinsäure von WATSON und CRICK. (Nach FRIEDRICH-FREKSA.)

DNS enthalten in ihrem Bau das Geheimnis der Steuerungsfunktion.

Beim Studium der Bakteriophagen-Vermehrung konnte festgestellt werden, daß es für die Infektion einer Bakterienzelle und für die anschließende Vermehrung der Phagen nur wesentlich ist, daß die

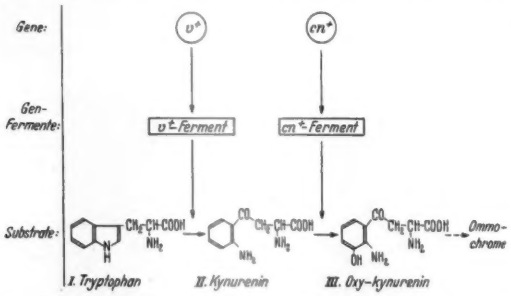


Fig. 11. Gen-Wirkkette der Pigmentbildung bei Insekten. (Nach BUTENANDT.)

Nucleinsäure der Phagen — nicht ihr Protein — in die Zelle eindringt. War die Summe der normalerweise vorhandenen Nucleinsäuren der Zelle verantwortlich für den Ablauf des normalen Zellstoffwechsels, so bildet sich offenbar nunmehr aus dem „Erbgut" der Zelle (oder aus Teilen dieses Erbgutes) gemeinsam mit dem eingedrungenen Nucleinsäurematerial der Phagen ein neues Ordnungsgefüge, dem auch neuartige Leistungen im Stoffwechsel zuzuordnen sind.

Die Fragen nach der Feinstruktur der Nucleinsäuren, nach dem Wesen ihrer Vermehrung („identischen Reduplikation") und ihrer Steuerungsfunktion dürfen als Fundamentalprobleme der heutigen Biochemie bezeichnet werden.

Wir besitzen erste Vorstellungen über die Struktur der Nucleinsäuren vom DNS-Typ und über das Wesen ihrer identischen Verdopplung. Nach WATSON und CRICK zeigen die DNS-Molekeln Fadenstruktur. Wie in Fig. 10 schematisiert wird, schlingen sich nach Ergebnissen der Röntgenanalyse stets zwei DNS-Fäden nach Art einer Schraubenfeder umeinander. Beide Fäden sind untereinander durch Querbrücken verbunden, die immer aus einem kurzen und aus einem langen Stück bestehen, welche genau aufeinander passen. Diese Brücken werden durch Pyrimidin- und Purinbasen der DNS in der Weise gebildet, wie es im unteren Teil der Fig. 10 angedeutet ist. Im oberen Teil desselben Schemas sind die zueinander im Raum angeordneten Basen durch kurze oder lange Striche mit zueinander passenden Pfeilenden symbolisiert. Jeder der zwei Nucleinsäurefäden kann als Negativ des anderen angesehen werden. Werden die beiden Fäden in der Zelle voneinander getrennt, so kann jeder von ihnen das Muster für die Synthese eines identischen DNS-Fadens bilden: kleine Bruchstücke von Nucleoproteiden können sich an passenden Stellen des „Negativs" anlagern und sich schließlich zu einer Fadenmolekel zusammenschließen, das der Ausgangsmolekel genau gleich ist. Das Schema verwendet das Prinzip der Matrizenprägung, das uns aus Vervielfältigungsprozessen der Technik bekannt ist. Das hier wiedergegebene Bild soll nur andeuten, in welcher Richtung man derzeit das Problem der identischen Vermehrung von Nucleinsäuremolekeln des Erbguts von Zellen (und Viren) zu lösen sucht.

VI.

Aus Untersuchungen über die Wirkungsweise der Erbfaktoren hat man erste Einblicke in das Wesen der durch Nucleinsäure induzierten Steuerungsvorgänge gewonnen: Die Erbfaktoren versorgen die Zelle mit ihren spezifischen Eiweißstoffen.

Eine Beziehung zwischen spezifischen Eiweißstrukturen der Zelle und den Genen ist aus Fig. 11 ersichtlich, in der das Ergebnis einer Analyse einer bestimmten Gen-Wirkkette schematisch wiedergegeben wird. Die Gene v^+ und cn^+ befinden sich an bestimmten Stellen der Chromosomen im Zellkern der Taufliege Drosophila. Diese Gene müssen vorhanden sein, damit bestimmte Augenpigmente, die Ommochrome, gebildet werden. Fällt eines der beiden Gene durch Mutation aus, so kann kein Ommochrom mehr synthetisiert werden. Die genaue chemische Analyse des Pigmentbildungsvorganges ergab, daß die Ommochrome aus bestimmten Vorstufen, Gliedern des Tryptophan-Stoffwechsels, gebildet werden. Die Reaktionskette vom Tryptophan (I) über Kynurenin (II) und Oxykynurenin (III) zum Ommochrom läuft nur ab, wenn die einzelnen Schritte des chemischen Prozesses durch spezifische Fermente katalysiert werden. Die Bildung dieser Fermente hängt offenbar unmittelbar von der Gegenwart der Gene ab. Da Fermente spezifische Proteine sind, ist deren Beziehung zu den Genen somit offenbar, und da das genetische Material im wesentlichen aus Nucleinsäuren zu bestehen scheint, stellt sich uns heute die Frage, wie ein spezifisches Strukturmuster der DNS in ein solches der Proteine umgeprägt werden kann (DELBRÜCK 1954).

In der Hierarchie der Substanzen und Prozesse im Zellstoffwechsel stehen die Nucleinsäuren nach unserer heutigen Kenntnis an der Spitze. Sie versorgen die Zelle mit spezifischen Eiweißstoffen (Fermenten), in deren Abhängigkeit nunmehr ihnen zugeordnete chemische Umwandlungen an niedermolekularen Stoffen erfolgen können. Da in der Zelle nur Prozesse ablaufen

können, die durch ihre Fermente katalysiert werden, und da aktive Fermente von Genen bereitgestellt werden müssen, entscheidet letzten Endes der Genbestand über die in einer Zelle möglichen chemischen Reaktionen. In unserem Beispiel (Fig. 11) lag der Sinn der chemischen Reaktionsfolge in der Synthese eines Pigments, d.h. in der Ausprägung eines bestimmten Außenmerkmals. In anderen Fällen liegt der Sinn gengesteuerter Reaktionen in der Gewinnung von Energie, die für den Ablauf von Lebensäußerungen benötigt wird. Manchmal ist das Endprodukt einer von Genen gesteuerten Reaktionsfolge eine chemische Substanz, die ihrerseits selbst wieder in die Steuerungsvorgänge der chemischen Bewegung eingreift, ein Hormon!

VII.

Viele Leistungen von Zellen, Organen und Organismen werden nur durch die Gegenwart eines *spezifischen Hormons* ausgelöst. Wir kennen im Reich der Wirbeltiere und der Menschen zahlreiche Hormone, deren physiologische Konzentration die normale Entwicklung und Leistung der Organismen bedingt. Das hormonale Steuerungsprinzip ist jedoch kein Reservat des Wirbeltierreichs, sondern findet sich als biologisches Grundphänomen in allen Klassen des Tier- und Pflanzenreichs.

Ein im Max-Planck-Institut für Biochemie neuerdings analysiertes Beispiel für eine hormonale Regulation bietet die *Metamorphose der Insekten*. Aus zahlreichen biologischen Arbeiten war bekannt, daß die Vorgänge der Insektenmetamorphose durch mehrere Hormone ausgelöst und gesteuert werden. Das Zusammenwirken dieser Metamorphosehormone ist in Fig. 12 dargestellt.

Jede Häutung wird ausgelöst durch die Produktion eines Hormons, das in neurosekretorischen Zellen des Gehirns gebildet wird. Es handelt sich um ein „adenotropes" Hormon, d.h., es wirkt auf eine zweite Drüse, die Prothoraxdrüse, und veranlaßt diese, ein weiteres Hormon auszuschütten. Das Prothorakal-Hormon kann man als das Häutungs- oder Verpuppungshormon im engeren Sinne bezeichnen, es wirkt auf die Haut der Tiere und löst in der Epidermis eine Folge von Prozessen aus, die zur Häutung führen. Die Art der Häutung, ob Larven- oder Puppenhäutung, wird bestimmt durch die Anwesenheit oder das Fehlen eines dritten Hormons, des Hormons der Corpora allata, das man larvales Hormon nennen kann, weil unter seiner Wirkung die Häutung larvalen Charakter annimmt. Solange die Corpora allata ihr Inkret ausschütten, antwortet die Epidermis auf den Reiz des Prothorakal-Hormons mit einer Larvenhäutung. Aus noch unbekannten Gründen stellen die Corpora allata ihre Hormonproduktion nach der letzten Larvenhäutung vorübergehend ein. Als Folge davon vollzieht sich die nächste, durch das Prothorakal-Hormon allein ausgelöste Häutung als Puppenhäutung. In der aus ihr hervorgehenden Puppe vollzieht sich nunmehr die Imaginalentwicklung, die ebenfalls vom Gehirn über die Prothoraxdrüse ausgelöst wird; sie erfolgt zumeist sofort im Anschluß an die Verpuppung, manchmal jedoch erst nach einer Ruhezeit, die man als Puppen-Diapause bezeichnet.

Der experimentelle Beweis für das in Fig. 12 wiedergegebene Zusammenwirken der Metamorphosehormone ist durch Arbeiten zahlreicher Autoren geführt worden. Wir erwähnen einige der Versuchsergebnisse: Schaltet man z.B. das Gehirn durch Schnürung oder Exstirpation aus, so hört jede Häutungstätigkeit auf. Pflanzt man solchen „Dauerlarven" Gehirn wieder ein, so kann eine Weiterentwicklung erzielt werden. Ähnliches gilt für die Puppen-Diapause, die durch die Gehirnsekretion beendet wird. Exstirpiert man im Larvenstadium die Corpora allata, so wird unter der ausschließlichen Wirkung des Prothorakal-Hormons eine frühzeitige Puppenhäutung vollzogen; umgekehrt kann man durch Implantation von Corpora allata vor einer zu erwartenden Puppenhäutung diese in eine

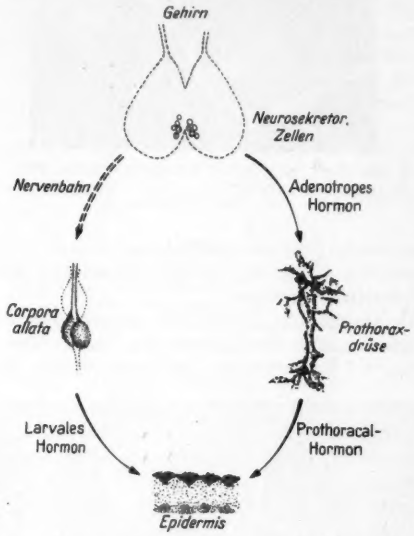


Fig. 12. Schema der Hormonwirkungen bei Häutung und Verpuppung von Insektenlarven. (Nach KARLSON und HANSER.)

überzählige Larvenhäutung umprägen. Dieses Experiment kann am gleichen Objekt wiederholt werden; so ist es möglich, mehrere überzählige Larvenhäutungen mit einer Riesenentwicklung der Larven hervorzurufen. Isolierte Hinterstücke von Diapause-Puppen, die keinerlei innersekretorische Drüsen enthalten und sich daher niemals weiterentwickeln würden, können durch implantierte Prothoraxdrüsen zur Imaginalentwicklung gebracht werden; als Spender muß man Puppen oder Raupen des letzten Stadiums verwenden, da die Prothoraxdrüsen nur aktiv sind, wenn sie bereits unter der Wirkung des adenotropen Hormons gestanden haben.

Als einfach zu handhabender Test für das Prothorakal-Hormon, das eigentliche Verpuppungshormon, kann der von BECKER und PLAGGE an Fliegenmaden ausgearbeitete Schnürungstest verwendet werden. Erwachsene Larven der Schmeißfliege Calliphora werden mit einem Wollfaden im vorderen Drittel abgeschnürt (Fig. 13). Ein Teil der Tiere hat nach 24 Std Halbpuparien gebildet, d.h., daß nur in der Kopfregion eine Verpuppung eingeleitet wurde, während das abgeschnürte Abdomen im Larvenzustand verblieb (Fig. 14). Diese Reaktion kommt dadurch zustande, daß das ausgeschüttete Verpuppungshormon nicht durch die Ligatur in den Hinterteil des Tieres gelangen kann. Entfernt man den verpuppten

Vorderteil, so kann man mit einer Mikro-Injektionsspritze in das isolierte Abdomen genau 0,01 cm³ einer wäßrigen Lösung der zu prüfenden Substanz injizieren. Enthält die verabreichte Lösung eine „Calliphora-Einheit" des Verpuppungshormons, so erfolgt nach 24 bis 30 Std an 50 bis 70% der verwendeten Testtiere eine Braunfärbung und Verhärtung der Kutikula als Zeichen der beginnenden Umwandlung in die Fliegenpuppe (Fig. 14). Dieser Test hat sich in über 2000 Se-

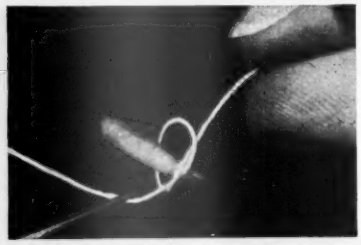


Fig. 13. Eine Made der Schmeißfliege Calliphora wird zum Test auf Verpuppungshormon vorbereitet. Abschnürung des Vorderteils mit einem Wollfaden.

rienauswertungen, die im Rahmen unserer Arbeiten vorgenommen wurden, als sehr zuverlässig und gut reproduzierbar erwiesen.

Als Ausgangsmaterial für das Verpuppungshormon wurden zunächst die Puppen des Testobjektes, also Puppen der Schmeißfliege Calliphora gewählt, die wir

Fig. 14. Der Testverlauf für das Verpuppungshormon an den geschnürten Calliphora-Larven. Von links nach rechts: Geschnürte Larve, kopfverpuppte Larve, dekapitiertes Abdomen zur Injektion der Lösung, Verpuppung des Abdomens nach Verabfolgung wirksamen Hormons.

seit Jahren laufend im Laboratorium züchten. Da dieses Material jedoch schwer ausreichend zu beschaffen ist, war der Befund bedeutsam, daß auch aus den großen Puppen des Seidenspinners Bombyx mori gut wirksame Extrakte darzustellen sind. Das Hormon ist somit nicht artspezifisch. Da Seidenspinner in größerer Menge zur Seidengewinnung gezüchtet werden, war damit ein leichter zugängliches Ausgangsmaterial gefunden.

In einer Arbeit, die sich über einen Zeitraum von bereits 11 Jahren erstreckt, wurde empirisch das Verhalten des im Calliphora-Test wirksamen Stoffes bei Fraktionierungsversuchen geprüft. Im letzten Jahr schienen uns die hierbei gesammelten Erfahrungen, die vor allem durch die experimentelle Arbeit von Dr. P. KARLSON erzielt wurden, auszureichen, um eine größere Menge Ausgangsmaterial aufzuarbeiten. Durch die Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft war es möglich, im Sommer 1953 etwa 1000000 Seidenspinner-Kokons zu erwerben und für unsere Untersuchungen einzusetzen. Die Kokons wurden unter Mitwirkung vieler fleißiger Hände einzeln aufgeschnitten, die Puppen den Kokons entnommen und sorgfältig nach Geschlechtern getrennt. Die weib-

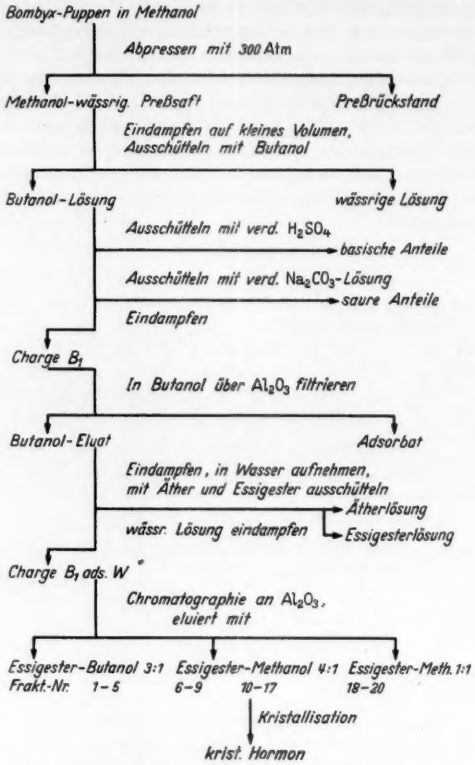


Fig. 15. Aufarbeitungsvorgang zur Anreicherung des Metamorphosehormons. (Nach BUTENANDT und KARLSON.)

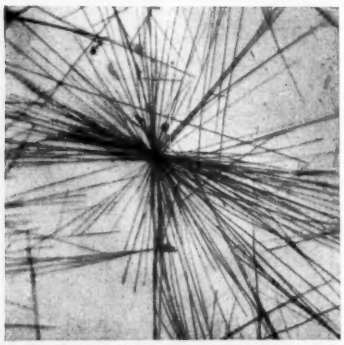


Fig. 16. Kristallisiertes Verpuppungshormon.

lichen Puppen wurden für die Untersuchung eines anderen Problems, der Charakterisierung des spezifischen Sexuallockstoffs des Seidenspinners, verwendet. Zur Darstellung des Verpuppungshormons wurden lediglich die männlichen Puppen herangezogen, die in Methanol konserviert und einer Großaufarbeitung zugeführt wurden, bei der uns die Deutsche Hoffmann-La Roche A.G. in Grenzach wertvolle Dienste leistete.

Zur Anreicherung des im Calliphora-Test wirksamen Stoffes wurde ein Aufarbeitungsschema verwendet, das

in der Fig. 15 wiedergegeben ist: 500 kg Puppen wurden unter Methanol gesammelt, der Alkohol diente zugleich als Extraktionsmittel. Aus den 500 kg Frischpuppen erhielten wir 25 mg eines einheitlichen, in langen Nadeln kristallisierenden Stoffes vom Schmelzpunkt 235 bis 237° (Fig. 16).

Es handelt sich um das erste kristallisierte Insektenhormon, das bisher dargestellt wurde! Von dem reinen Stoff entsprechen 0,0075 γ einer Calliphora-Einheit. Professor CARROLL WILLIAMS, Harvard, konnte in Testversuchen an Schmetterlingen [den Saturniiden Samia walkeri (Cynthia) und Platysamia cecropia] zeigen, daß das Hormon auch an Diapause-Puppen wirksam ist und die Entwicklung enthirnter Puppen und isolierter Abdomina einleitet. Dazu sind etwa 10 bis 12 γ pro Tier erforderlich. Die Wirksamkeit am isolierten Abdomen ohne alle Hormondrüsen beweist eindeutig, daß der kristallisierte Wirkstoff mit dem *Hormon der Prothoraxdrüse* identisch ist.

Über die chemische Konstitution des neuen Hormons kann man erst wenig sagen, und es wird im Hinblick auf die geringen verfügbaren Hormonmengen wahrscheinlich nicht leicht sein, einen endgültigen Einblick in den Bau des Stoffes zu tun. Bemerkenswerterweise enthält das Hormon keinen Stickstoff, sondern besteht nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Aus Messungen der Infrarot- und der Ultraviolett-Absorption kann man mit gewisser Wahrscheinlichkeit schließen, daß es sich um einen hydroaromatischen Alkohol handelt, der auch durch die Anwesenheit einer α,β-ungesättigten Ketongruppierung ausgezeichnet ist. Die bisher vorliegenden Elementaranalysen deuten auf ein Atomverhältnis $C_{18}H_{30}O_4$. Es spricht vieles dafür, daß es sich um einen Stofftyp handelt, der im Reich der Hormone bisher nicht aufgefunden wurde.

Von den die Metamorphose der Insekten steuernden Hormonen ist somit eines in reiner Form gefaßt und der chemischen und physiologischen Charakterisierung zugänglich geworden. Dasselbe Ziel ist für die übrigen hier wirkenden Hormone anzustreben; sie befinden sich teilweise in den Fraktionen, die bei der Reindarstellung des Prothorakalhormons aus Bombyx-Puppen abgetrennt wurden. Wir stehen erst am Anfang der experimentellen Bearbeitung eines neu erschlossenen Gebietes.

An dem zuletzt erörterten Beispiel ist zu ersehen, wie mühsam im einzelnen die Erkenntnisse gewonnen werden, die gemeinsam ein Bild vom Wesen der Lebensvorgänge ergeben sollen. Nur durch sehr geduldige Arbeit fügt sich ein Stein zu anderen, und nur wenn diese Arbeit von Ehrfurcht vor den Geheimnissen der Natur getragen wird, werden wir uns schrittweise der rechten Antwort nähern, die auf die Frage nach dem Wesen und Werden der Organismen zu geben ist.

Literatur.

BUTENANDT, A.: Naturwiss. **40**, 91 (1953). — Naturwiss. Rdsch. **1954**, 355. — BUTENANDT, A., u. P. KARLSON: Z. Naturforsch. **9b**, 389 (1954). — DELBRÜCK, M.: Angew. Chem. **66**, 391 (1954). — FRIEDRICH-FREKSA, H.: Die stammesgeschichtliche Stellung der Virusarten und das Problem der Urzeugung. — Die Evolution der Organismen, 2. Aufl. Jena: Gustav Fischer 1954. — LANG, K.: Der intermediäre Stoffwechsel. Berlin: Springer 1952. — SCHRAMM, G.: Die Biochemie der Viren. Berlin: Springer 1954.

Max-Planck-Institut für Biochemie, Tübingen.

Eingegangen am 3. Februar 1955.

Berichte.

Das Magnetfeld der Sonne.

Von M. WALDMEIER, Zürich.

Die Erforschung solarer Magnetfelder war von jeher das Privileg des Mount Wilson-Observatoriums. Der Gründer desselben, G. E. HALE, hatte auf Bildern der Sonne, die er mit dem von ihm erfundenen Spektroheliographen im Lichte der Wasserstofflinie $H\beta$ aufgenommen hatte, um Sonnenflecken herum wirbelförmige Strukturen entdeckt und darnach vermutet, die Flecken könnten der Sitz von Magnetfeldern sein. Im Jahre 1908 gelang es HALE, diese Magnetfelder nachzuweisen, indem er die schon früher gelegentlich festgestellte Aufspaltung einzelner Linien im Spektrum der Flecken durch die Polarisation der Komponenten als eine ZEEMAN-Aufspaltung erkannte und Stärke und Polarität der Fleckenfelder bestimmte. Einen weiteren Schritt vollzog HALE 1913 durch den Nachweis der Existenz eines allgemeinen Magnetfeldes. Betrugen aber die Feldstärken der Flecken einige tausend Oersted, so ging es beim allgemeinen Feld um solche bis maximal 50 Oe, wodurch die Messungen sehr viel schwieriger waren als bei den Fleckenfeldern und die Resultate unsicher und starker Kritik unterworfen. Spätere Versuche, bei den Sonnenfleckenminima von 1922, 1933 und 1944 auf Mt. Wilson selbst, aber auch an anderen Observatorien, nämlich in Potsdam, Hamburg und Cambridge, sprachen teils für, teils gegen das allgemeine Feld. Die Polfeldstärke ging mit gesteigerter Meßgenauigkeit auf 20, dann auf 10 und auf weniger als 5 Oe hinunter und schließlich wurde die Existenz eines allgemeinen Feldes überhaupt in Frage gestellt. Die Entscheidung konnte nur bei stark verbesserter Apparatur fallen. Dieser Fortschritt ist nach jahrelanger Vorbereitung, wieder am Mt. Wilson-Observatorium, H. D. und H. W. BABCOCK gelungen.

Der erste entscheidende Schritt war die Verwendung eines selbst hergestellten Gitters von bisher unerreichter

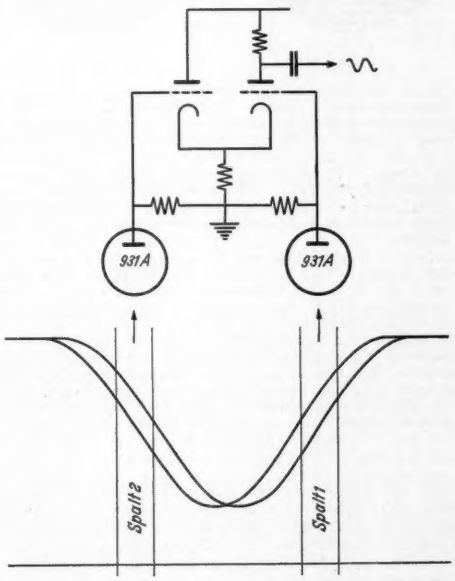


Fig. 1. Schematische Darstellung des Magnetographen von H. W. und H. D. BABCOCK. Das Profil der verwendeten Linie 5250, 216 Å von etwa 0,1 Å Breite ist für die Lagen maximaler Verschiebung (entgegengesetzter Polarisation) eingezeichnet. Die Verschiebung erfolgt mit einer Frequenz von 120 Hz und besitzt bei einer Feldstärke von 10 Oe eine Amplitude von 0,0008 Å.

Qualität. Dasselbe besitzt eine lichtstarke 5. Ordnung und liefert in derselben mit einem Autokollimationsspektrographen von 22 m Brennweite bei einer geteilten Fläche von 13 × 20 cm und mit 600 Strichen pro mm eine Dispersion von 11 mm/Å und ein Auflösungsvermögen von 600000. Gemessen wird der longitudinale ZEEMAN-Effekt der Eisenlinie 5250,18 Å. Diese etwa 0,1 Å breite Linie ist bei der riesigen Dispersion breit genug, daß auf die beiden Linienränder, wo das Profil am steilsten verläuft, je ein Monochromatorspalt gestellt werden kann. Hinter jedem der beiden Spalte ist je ein Elektronenvervielfacher vom Typ 931-A aufgestellt (Fig. 1), welche so geschaltet sind, daß das Gerät nur auf Differenzen der beiden Photoströme anspricht. Nach Verstärkung und Gleichrichtung des Differenzstromes kann derselbe registriert werden, während das Bild der Sonne über den Spektrographenspalt gleitet.

eine $\lambda/4$-Platte in linear polarisiertes Licht verwandelt. Statt der bisher üblichen $\lambda/4$-Platte wird eine solche aus Biwasserstoffammoniumphosphat verwendet, die bei Anlegung einer geeigneten Wechselspannung eine periodische Phasenverzögerung von plus bis minus $\lambda/4$ liefert. Die verwendete Frequenz beträgt 120 Hz. Hinter dieser Platte folgt ein NICOLsches Prisma, welches bei $+\lambda/4$ nur die eine, bei $-\lambda/4$ nur die andere Komponente durchläßt. Ein besonderer Vorteil dieser Apparatur ist, daß sie keinerlei mechanisch bewegte Teile besitzt. In der einen extremalen Phasenverschiebung (z. B. $+\lambda/4$) fällt auf den einen Spalt die minimale, auf den andern die maximale Lichtmenge. Da aber die Verschiebung bei 10 Oe nur 0,0008 Å beträgt, sind die entsprechenden Helligkeitsunterschiede ebenfalls sehr klein und werden erst bei der Verstärkung des Differenzstromes sichtbar.

Fig. 2.
30. Juni 1953

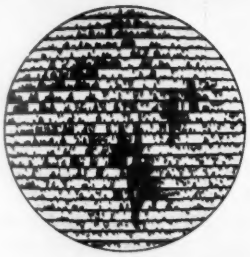


Fig. 3.
1. Juli 1953

Fig. 4.
2. Juli 1953

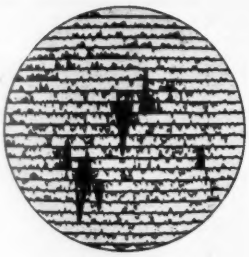


Fig. 5.
3. Juli 1953

Fig. 2—5. Magnetogramme vom 30. Juni bis 3. Juli 1953. Die Sonnenachse verläuft vertikal. N ist oben, W links. Am 30. Juni zeigen sich drei größere magnetische Gebiete. Gebiet 1 befindet sich in etwa 16° Breite in Nähe des Westrandes und ist am nächsten Tag bereits verschwunden. Gebiet 2 liegt im SE-Quadranten, Breite etwa −18°, verschiebt sich bei abnehmender Intensität entsprechend der Rotation der Sonne nach Westen und passiert am 2. Juli den Zentralmeridian. Gebiet 3 steht im NE-Quadranten bei etwa 16° Breite und verschiebt sich bis zum 3. Juli in wenig veränderter Form nach dem Zentralmeridian. Gebiet 1 ist ein ausgedehntes Fackelgebiet mit einem in Auflösung begriffenen kleinen Fleck (Typ A der Zürcher Klassifikation). Das bipolare Gebiet 2 ist ein ausgedehntes Fackelfeld, das von einer großen Fleckengruppe, Typ D, der vorangegangenen Sonnenrotation übriggeblieben ist. Es enthielt am 30. Juni und 1. Juli noch je einen Fleck vom Typ A. Das ebenfalls bipolare Gebiet 3 fällt mit einem fleckenfreien Fackelgebiet zusammen, in welchem in der vorangegangenen Rotation ebenfalls eine Fleckengruppe vom Typ D aufgetreten war. Ein Ausschlag gleich dem gegenseitigen Abstand der horizontalen Linien entspricht etwa 1 Oe. Bei aufwärts gerichteten Ausschlägen ist der magnetische Vektor auf den Beobachter zu gerichtet.

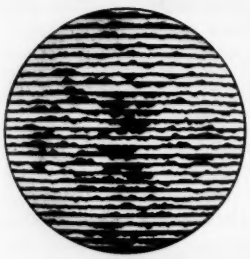


Fig. 6.
1. Februar 1954

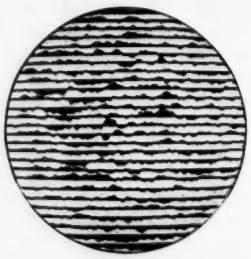


Fig. 7.
3. Februar 1954

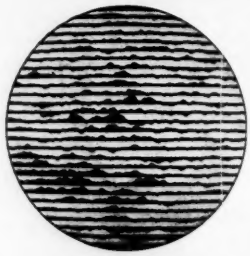


Fig. 8.
4. Februar 1954

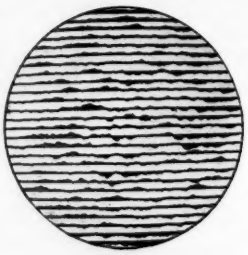


Fig. 9.
6. Februar 1954

Fig. 6—9. Magnetogramme vom 1. bis 6. Februar 1954, einer Zeit äußerst geringer Sonnenaktivität, indem die Sonne vom 31. Dezember 1953 bis 27. Februar 1954 fleckenfrei war. Man beachte insbesondere das sog. allgemeine Magnetfeld in der Polarregion, indem die obersten drei Registrierungen ausschließlich aufwärts, die untersten drei ausschließlich abwärts gerichtete Ausschläge zeigen. Die zahlreichen kleinen Felder der Zentralzone zeigen starke örtliche und vermutlich auch zeitliche Variationen, denn es gelingt nicht, sie an aufeinanderfolgenden Tagen zu identifizieren.

Die im longitudinalen ZEEMAN-Effekt auftretenden beiden Komponenten sind symmetrisch zur feldfreien Linie verschoben und entgegengesetzt zirkular polarisiert. Bei den zu erwartenden, sehr kleinen Feldstärken sind die Verschiebungen der Komponenten sehr viel kleiner als die Breite der Linie, so daß es nicht zu einer Aufspaltung, sondern nur zu einer Verbreiterung derselben kommt. In Fig. 1 sind die beiden schwach gegeneinander verschobenen Komponenten eingezeichnet. Um nun abwechslungsweise nur die eine Komponente durchzulassen, wird das Licht vor dem Eintritt in den Spektrographen durch

Das Sonnenbild hat 40 cm Durchmesser, und der Spektrographenspalt ist 15 mm lang. Längs 19 parallelen und äquidistanten Streifen senkrecht zur Sonnenachse wird die Sonne in etwa 50 min über den Spektrographenspalt geführt, wobei auf einer Kathodenstrahlröhre durch die Wanderung des Lichtflecks allfällige Magnetfelder angezeigt werden; die fortlaufende Photographie desselben liefert schließlich eine magnetische Karte der Sonnenoberfläche.

Nachdem dieser schon verschiedentlich beschriebene Magnetograph[1]) seit über zwei Jahren in regelmäßigem Betrieb steht und bereits über 360 Magnetogramme vorliegen, sind nunmehr die ersten damit erzielten Resultate bekannt geworden. Die jetzt erreichte Meßgenauigkeit beträgt etwa 0,2 Oe.

Das vor allem gesuchte „allgemeine" Magnetfeld der Sonne zeigte eine Polfeldstärke von nur 1 bis 2 Oe und eine Polarität, welche derjenigen des erdmagnetischen Feldes entgegengesetzt ist. Bemerkenswerterweise ist dieses Feld aber nur in den Polarkalotten, bei Äquatorabständen

[1]) BABCOCK, H. D. u. H. W.: Ap. J. 118, 387 (1953). — The Sun, Bd. I, S. 704. 1953.

größer als 60° nachweisbar; wider Erwarten ist es auch nicht konstant, sondern zeigt unregelmäßige Fluktuationen in Ausdehnung und Intensität und, wie auch die übrigen solaren Magnetfelder, eine Feinstruktur. Beispielsweise war vom 24. bis 27. August 1953 in der nördlichen Polarkalotte das Feld zwei- bis dreimal größer als normalerweise. Keine Anzeichen liegen vor, die auf eine Abweichung der magnetischen von der Rotationsachse schließen ließen. Dieses allgemeine Feld tritt in demselben Gebiet auf, über welchem gegenwärtig die Korona die bekannten Polarstrahlen zeigt, die man seit langem als materialisierte magnetische Feldlinien betrachtet hat. Ergänzend sei bemerkt, daß sich in der Photosphäre selbst, wo das Feld gemessen wird, sich in Breiten über 60° seit etwa drei Jahren eine besondere Struktur zeigt, in dem die Polarkalotten mehr oder weniger gleichförmig mit sog. polaren Fackeln übersät sind. In der Umgebung der heliographischen Breite von 45°, wo im Falle eines Dipolfeldes die Feldstärke auf dem Zentralmeridian gerade nach der Erde gerichtet wäre und wo deshalb früher besonders nach dem allgemeinen Feld gesucht worden ist, erwies sich die Sonne als besonders frei von magnetischen Feldern. Auch in niedrigen Breiten konnten keine Felder festgestellt werden, wie sie etwa bei Vorhandensein einer Quadrupolkomponente des allgemeinen Feldes zu erwarten gewesen wären.

Während somit das allgemeine Feld nur in der Polarkalotte feststellbar ist, finden sich in niedrigen Breiten zahlreiche lokale Felder. Die Größe derselben kann diejenige der größten Fackelfelder weit übertreffen, ihre Intensität bis einige Oersted und ihre Lebensdauer bis zu mehreren Monaten betragen. Die stärkeren unter ihnen zeigen einen sehr engen Zusammenhang mit den Fackelfeldern, wie sie besonders auf den Kalzium-Spektroheliogrammen zu sehen sind. Diese Gebiete sind es auch, über welchen die koronale Materie zu sog. koronalen Kondensationen verdichtet ist. Die meisten Felder zeigen bipolaren Charakter im gleichen Sinne wie die Sonnenflecken, welche in ihnen auftreten können oder auch nicht. Der positive und der negative Kraftfluß ist in solchen Gebieten nahezu gleich und von der Größenordnung $1 \cdot 10^{21}$ Maxwell, während derjenige des allgemeinen Feldes etwa $3 \cdot 10^{21}$ beträgt.

Interessanter sind die unipolaren Felder, in welchen fast ausschließlich nur eine Polarität auftritt. Diese Gebiete haben bisher mit keinen optischen Phänomenen in Verbindung gebracht werden können. Das bemerkenswerteste derartige Gebiet passierte am 20. August 1935 den Zentralmeridian, besaß eine Fläche von 5% der Sonnenscheibe, eine Intensität von 1 Oe und einen magnetischen Fluß von $1 \cdot 10^{21}$ Maxwell. Das Gebiet wurde in sechs aufeinanderfolgenden Rotationen beobachtet und war in fünf dieser Fälle jeweils drei Tage nach Durchgang durch den Zentralmeridian von einem magnetischen Sturm begleitet. Die Autoren möchten deshalb vermuten, daß diese unipolaren Felder die Quellgebiete sind der Korpuskularstrahlung, welche die erdmagnetischen Stürme mit 27tägiger Wiederholung erzeugt, also die sog. M-Gebiete.

Auch eine Beziehung zwischen lokalen Feldern und Filamenten (Protuberanzen) scheint zu bestehen, indem diese am Rande des Magnetfeldes liegen und dieses teilweise umschließen oder aber quer durch das bipolare Magnetfeld verlaufen, so daß zu beiden Seiten des Filamentes entgegengesetzte Polaritäten bestehen. In diesem Falle dürften die auf Finsternisaufnahmen über den Protuberanzen sichtbaren Koronabögen magnetische Feldlinien darstellen, was auch durch die Tatsache unterstützt wird, daß diese Bögen, falls die Protuberanz in höheren Breiten liegt, kontinuierlich in die ebenfalls als Feldlinien betrachteten Polstrahlen übergehen.

Die Verteilung der magnetischen Felder zeigt von Tag zu Tag starke Variationen, und die Autoren glauben, daß im einzelnen innerhalb eines Feldes starke Fluktuationen bestehen von der Größenordnung 1 Oe und mit einer Periode von etwa 30 min. Es sei dazu bemerkt, daß auch die polaren Fackeln, welche mit den Polarstrahlen und mit dem allgemeinen Feld in Verbindung zu stehen scheinen, ebenfalls eine Lebensdauer von dieser Größenordnung besitzen.

Nur beiläufig sei noch erwähnt, daß der Magnetograph auch gestattet, Strömungen kleiner Geschwindigkeit zu messen mit einer Genauigkeit von 10 m/sec. Vorläufige Beobachtungen scheinen zu zeigen, daß differentielle Geschwindigkeiten von der Größenordnung 100 m/sec auftreten, und daß die kinetisch einheitlichen Gebiete Durchmesser von etwa 15000 km besitzen.

Durch den von H. D. und H. W. Babcock gebauten Magnetographen ist die Erforschung der solaren Magnetfelder erschlossen worden, deren Ergebnisse wohl ebenso befruchtend an die Seite der klassischen optischen Beobachtungen treten werden wie etwa diejenigen der Radioastronomie.

Eidgenössische Sternwarte, Zürich.

Eingegangen am 19. Oktober 1954.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Untersuchungen zur Fourier-Analyse von Röntgenstreukurven.

Die Atomverteilungskurven amorpher und glasiger Stoffe zeigen bei Erfassung der äußeren Interferenzen $\left(\frac{\sin\vartheta}{\lambda} > 1{,}0\right)$ auffallend ausgeprägte Maxima bis zu großen r-Werten. Wie sieht nun die Verteilungskurve feinstkristalliner Stoffe aus? Als Beispiel hierfür wurden Röntgenaufnahmen an Aktiv- und Zuckerkohle gemacht. Da die Struktur von Graphit bekannt ist, ist damit auch eine Prüfung der Brauchbarkeit der bisher angewandten Methode möglich. Die radiale Verteilungskurve der Atome für Aktivkohle ist in Fig. 1 (unterer Bildteil: $s = 16{,}0$ bzw. $\frac{\sin\vartheta}{\lambda} = 1{,}28$) wiedergegeben. Diese Kurve zeigt kaum ausgeprägtere Maxima als die fester amorpher und glasiger Stoffe, d. h., in den nichtkristallinen Stoffen liegt in kleinsten Bereichen eine ähnlich hohe Ordnung der Atome wie in feinstverteiltem (kristallinem) Graphit vor.

In Fig. 1 (unterer Bildteil) sind für $r < 6$ Å die berechneten Atomabstände des Graphitgitters durch Striche mit Querbalken (Abstände der Einzelschicht) bzw. mit Pfeilspitzen (Schichtabstände) eingezeichnet. Die Übereinstimmung zwischen den Lagen der Maxima und den berechneten Abstandswerten ist sehr gut, nur findet sich im C-Gitter bei $r \approx 1{,}90$ Å (vgl. kleines schraffiertes Maximum der unteren Kurve) keine Atomgruppe vor. Wie kommt dieses kleine Maximum zustande?

Die Streuintensität $I(s)$ eines endlichen Gitterbereiches läßt sich nach Debye[1]) berechnen. Die Substitution von $I(s) \sim NF_C^2 \sum_\nu I_\nu(s)$ in den Ausdruck für die radiale Atomverteilung

$$4\pi r^2 \varrho(r) = 4\pi r^2 \varrho_0 + \frac{2r}{\pi} \int_0^\infty s \cdot \frac{I(s) - NF^2}{NF^2} \cdot \sin(sr)\, ds \text{ zeigt,}$$

daß die Integrale der einzelnen Intensitätsbeiträge $I_\nu(s)$ geschlossen darstellbar sind. Damit ist es möglich, für geordnete Bereiche die Atomverteilungskurve durch Rechnung unmittelbar zu erhalten.

Im oberen Bildteil der Fig. 1 sind zwei berechnete Verteilungskurven (Integrationslänge $s = 16{,}0$) von Graphit mit (berechnetem) Anteil der regellosen Atomverteilung wiedergegeben. Die ausgezogene Kurve bezieht sich auf eine einzelne C-Schicht und die gestrichelte auf ein Schichtpaket mit zwei Schichten, die im kürzesten Schichtabstand des Gitters $r_{K1} = 3{,}34$ Å übereinandergelagert sind. Diese Kurven zeigen ebenfalls bei $r = 1{,}95$ Å ein kleines (schraffiertes) Maximum. Zu seiner Erklärung ist zu beachten, daß ein Intensitätsausdruck der Form $I_1(s) = 1 + \frac{\sin s a_1}{s a_1}$ bei der Fourier-Umkehr für begrenzte s-Werte ein Hauptmaximum bei $r = a_1$ und eine Folge langsam abklingender Nebenmaxima liefert. Bei Berücksichtigung weiterer Atomabstände a_ν können sich die Nebenmaxima zu einem resultierenden Maximum kleiner

Amplitude überlagern. Ein solcher Fall liegt im oberen Bildteil der Fig. 1 für das schraffierte (berechnete) Maximum bei $r = 1{,}95$ Å vor [vgl. auch die untere (experimentelle) Kurve]. Ein weiteres Nebenmaximum gleicher Herkunft tritt in der ausgezogenen Kurve (Einzelschicht!) des oberen Bildteiles bei $r = 3{,}31$ Å auf, also praktisch an der Stelle des ersten Schichtabstandes $r_{K1} = 3{,}34$ Å (beachte die Lagen der eingezeichneten Gitterabstände in der unteren Kurve).

Ein Vergleich der experimentellen und berechneten Kurven in Fig. 1 zeigt, daß für $r < 4{,}5$ Å die Maxima der experimentellen Kurve nur wenig höher liegen als die der ausgezogenen (Einzelschicht), andererseits aber bedeutend tiefer als die der gestrichelten Kurve (Doppelschicht). Weiter tritt in der unteren Kurve der Fig. 1 bei $r \approx 4{,}48$ Å ein schwach angedeutetes Maximum auf; es ist nur bei Schichtkopplung

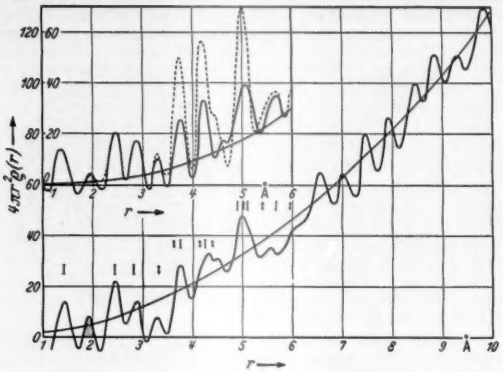


Fig. 1. Atomverteilungskurven von hochdisperser (kristalliner) Aktivkohle. Unterer Bildteil: experimentelle Verteilungskurve. Oberer Bildteil: berechnete Verteilungskurven für Graphitschichten der Größe: $9{,}8 \times 10{,}6$ Å². ——— Einzelschicht: $N = 40$ Atome; - - - - - Doppelschicht: $N = 80$ Atome.

vorhanden (vgl. hierzu die oberen Kurven). In der Aktivkohle müssen also auch Doppelschichten vorliegen.

Die Untersuchungen an feinstkristalliner Kohle zeigen, daß bei der FOURIER-Analyse von Röntgenstreukurven immer Nebenmaxima im Spiele sind; auch sie können, wie an anderer Stelle gezeigt wird, zur Kontrolle des Strukturmodells dienen. Da die festen amorphen und glasigen Stoffe in kleinsten Bereichen einen gitterähnlichen Aufbau besitzen, ist das Verfahren des Atomverteilungskurvenvergleiches auch auf diese Stoffe anwendbar.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für mannigfache Unterstützung dieser Untersuchungen bestens gedankt.

Röntgeninstitut der Technischen Hochschule, Stuttgart, und Institut für Metallphysik am Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart.

G. BREITLING, F. HERRE und H. RICHTER.

Eingegangen am 28. Januar 1955.

[1]) DEBYE, P.: Ann. Phys. **46**, 809 (1915).

Zur Herstellung von empfindlichen PbSe-Photoleitern.

Bei Versuchen zur Herstellung infrarotempfindlicher photoleitender PbSe-Schichten wurde das von BODE und LEVINSTEIN[1]) angegebene und an InSe erprobte Verfahren auf PbSe angewendet. Glasunterlagen, die vorher mit Goldelektroden versehen waren, wurden nacheinander mit Se und Pb im Vakuum bedampft und dann unter ständiger Messung der Leitfähigkeit auf etwa 300° C im Vakuum aufgeheizt. Diese Temperung wurde solange durchgeführt, bis sich eine konstante Leitfähigkeit einstellte.

Die auf diese Weise hergestellten Schichten zeigen nur bei Kühlung auf −180° C merkliche Photoleitfähigkeit; die Rauschäquivalentleistung, bezogen auf 1 Hz Bandbreite und 0,1 cm² Fläche, beträgt 10^{-8} bis 10^{-9} W. Es wurde bei einer Wechsellichtfrequenz von 130 Hz gearbeitet. Wird jedoch die Vakuumtemperung der Schichten zu Beginn durch eine kurze Einwirkung von atmosphärischer Luft bei etwa 120° C unterbrochen, so kann die gleiche Nachweisempfindlichkeit bereits bei Zimmertemperatur erreicht werden. Die langwellige Grenze der Photoleitfähigkeit, d. h. die Wellenlänge, bei der die Photoleitfähigkeit auf die Hälfte des Maximalwertes abgesunken ist, liegt für 20° C bei $\lambda_{1/2} = 4{,}5\,\mu$.

Wie einzelne Proben gezeigt haben, ist durch geeignete Maßnahmen eine weitere Steigerung der Empfindlichkeit zu erzielen. Die Versuche werden fortgesetzt.

II. Physikalisches Institut der Technischen Universität, Berlin-Charlottenburg.

H. GOBRECHT, F. NIEMECK und F. SPEER.

Eingegangen am 5. März 1955.

[1]) BODE, D. E., u. H. LEVINSTEIN: Physic. Rev. (2) **76**, 179 (1949).— J. Opt. Soc. Amer. **43**, 1209 (1953).

Die Raman-Spektren von Diäthylphosphin und Triäthylphosphin*).

Im Zusammenhang mit präparativen Arbeiten wurden die RAMAN-Spektren von Diäthylphosphin und Triäthylphosphin aufgenommen. Beide Substanzen wurden nach MALATESTA[1]) durch Umsetzung von P_4S_3 mit Äthylmagnesiumbromid nebeneinander erhalten. Während das untersuchte $(C_2H_5)_3P$ nach Siedepunkt und Brechungsindex[2]) vollständig rein war, enthielt die $(C_2H_5)_2PH$-Fraktion nach dem Befund der Analyse noch etwa 15% $(C_2H_5)_3P$. Die beobachteten Spektren zeigten folgende Frequenzen in cm^{-1}:

$(C_2H_5)_2PH$: 247 (1), 275 (1), 332 (4), 367 (3), 415 (1), 623 (8), 662 (7), 691 (4), 717 (4), 754 (1), 808 (3), 827 (2), 869 (2), 931 (1), 985 (6), 1050 (5), 1245 (5), 1297 (1), 1356 (2), 1386 (2), 1428 (5), 1463 (6), 2270 (9), 2731 (1), 2833 (2), 2875 (10), 2908 (10), 2934 (10), 2965 (10).

$(C_2H_5)_3P$: 249 (1), 278 (1), 306 (1), 333 (5), 368 (3), 410 (1), 619 (8), 669 (7), 697 (4), 757 (2), 934 (1), 982 (6), 1041 (4), 1243 (4), 1260 (4), 1301 (3), 1350 (3), 1384 (3), 1425 (6), 1464 (7), 2736 (1), 2821 (2), 2873 (10), 2896 (8), 2926 (10), 2963 (9).

Die Spektren der beiden Verbindungen sind — wie zu erwarten — einander sehr ähnlich. Oberhalb 1000 cm^{-1} liegen die C—H-Valenz- und Deformationsfrequenzen, während die Skelettschwingungen im niedrigeren Frequenzbereich zu beobachten sind. Allerdings können einzelne C—H-Deformationsfrequenzen auch noch wesentlich tiefer bis zu etwa 600 cm^{-1} herunter auftreten[3]), so daß eine genaue Separierung der entsprechenden Gebiete nicht ohne weiteres möglich ist. Die Linien bei 980 und 330 cm^{-1} dürften den Gerüstschwingungen der Äthylgruppen entsprechen.

Das Diäthylprodukt zeigt im Unterschied zu dem vollständig substituierten Phosphin eine sehr intensive Frequenz bei 2270 cm^{-1} sowie einige schwächere Linien zwischen 800 und 900 cm^{-1}. In Anlehnung an die Ergebnisse beim PH_3[4]) kann die hohe Frequenz mit großer Wahrscheinlichkeit der P—H-Valenzschwingung zugeordnet werden, während bei einigen Linien des tieferen Bereiches ein Zusammenhang mit den Deformationsschwingungen der H—P—C-Winkel vermutet werden darf.

Das Spektrum des Triäthylphosphins ist im Vergleich zu der von ROSENBAUM, RUBIN und SANDBERG[5]) untersuchten analogen Methylverbindung vor allem im Gebiet der P—C-Frequenzen zwischen 600 und 750 cm^{-1} wesentlich linienreicher. Der Grund hierfür kann — wie schon erwähnt — in dem Auftreten einzelner, sehr tiefer C—H-Deformationsfrequenzen liegen. Naheliegender erscheint uns jedoch die Annahme, daß die im $(CH_3)_3P$ vorliegende Symmetrie C_{3v} bei der Äthylverbindung gestört ist, wahrscheinlich infolge Verdrehung einzelner Molekelteile um die P—C- oder C—C-Bindungen, eventuell auch durch Vorhandensein von Assoziation im flüssigen Zustand.

Chemisches Institut der Universität, Köln.

M. BAUDLER und H. GUNDLACH.

Eingegangen am 24. Januar 1955.

*) Untersuchungen über Phosphorverbindungen. V; IV. Mitteilung: M. BAUDLER, Z. anorg. allg. Chem. (im Druck).

[1]) MALATESTA, L.: Gazz. chim. ital. **76**, 167 (1946); **77**, 509, 518 (1947).

[2]) KOSOLAPOFF, G. M.: Organophosphorus Compounds, S. 31. New York 1950.

[3]) Siehe z. B. die Spektren der Dialkyle von Zn, Cd und Hg; F. FEHÉR, W. KOLB u. L. LEVERENZ, Z. Naturforsch. **2a**, 454 (1947).

[4]) KOHLRAUSCH, K. W. F.: RAMAN-Spektren. In Hand- und Jahrbuch der chemischen Physik, Bd. 9/VI, S. 133.

[5]) ROSENBAUM, E. J., D. J. RUBIN u. C. R. SANDBERG: J. Chem. Physics **8**, 366 (1940).

Chemilumineszenz von Luminol unter Einwirkung von Röntgenstrahlen.

Luminol (Aminophthalsäurehydrazid) in alkalischer wäßriger Lösung reagiert auf aktivierten Sauerstoff mit Chemilumineszenz. Bei Einwirkung von Röntgenstrahlen treten

ähnliche Leuchterscheinungen auf. Es handelt sich um eine indirekte Strahlenwirkung, deren Leuchtstärke im untersuchten Bereich von 0,01 bis 0,1% weitgehend konzentrationsunabhängig abläuft. Die Strahlenenergie wird vom wäßrigen Lösungsmittel aufgenommen und dem Luminol zugeleitet. Dieser Energietransport erfolgt nach der Theorie von WEISS (1944) unter Einschaltung von Wasser- und Sauerstoffradikalen. Es schien uns von Interesse, zu untersuchen, wieweit dieser Energietransport temperatur- bzw. diffusionsabhängig ist. Während zahlreiche andere radiochemische Prozesse durch Einfrieren gehemmt werden, erfolgen die strahleninduzierten Leuchterscheinungen von Luminol auch in der Eisphase bei $-10°$ ungeschwächt. Dieses Versuchsergebnis spricht weniger für einen Diffusionsaustausch über Wasserradikale als für einen Energietransport durch Elektronenverschiebung über zahlreiche Wassermolekeln hinweg (parakristalline Struktur des Wassers).

Durch Zugabe von Cystein werden die Leuchterscheinungen unterdrückt. Es handelt sich nicht um einen Sauerstoffentzug, der einen Zeitfaktor erkennen lassen müßte. Vielmehr werden die mit Sauerstoffradikalbildung gekoppelten Energieleitungsprozesse infolge eines günstigeren Energiegefälles zu einem anderen Reaktionsort umgeleitet, an dem die aufgenommene Strahlenenergie zu einem Folgeprozeß verwertet werden kann. Diese Schutzwirkung des Cysteins ist diffusionsabhängig. Beim Einfrieren der Lösung treten die Leuchterscheinungen, die durch Zugabe von Cystein aufgehoben waren, wieder voll in Erscheinung, um beim Auftauen erneut zu verlöschen.

Im Gegensatz zur strahleninduzierten Photonenemission bei der Chemilumineszenz von Luminol erfolgt die Schutzwirkung durch Cystein über einen chemischen Prozeß, nämlich die Oxydation zu Cystin. Wahrscheinlich ist der erste Schritt im Reaktionsablauf der Entzug eines H-Atoms unter Bildung eines Cysteinradikals. Auch in der Eisphase bilden sich Cysteinradikale. Jedoch ist die H-Abwanderung und Cystinbildung durch Erschwerung der Diffusion verwehrt, so daß sich Cysteinradikal und H unter Weiterleitung der Energie rekombinieren.

Die Kombination temperaturunabhängiger und temperaturempfindlicher Reaktionsabläufe erscheint mir für das Verständnis des Transportes strahleninduzierter Energiedepots in wäßrigem Lösungsmittel sowie in meist reichlich Wasser enthaltendem biologischem Versuchsmaterial recht instruktiv und aufschlußreich. Der Transport erfolgt nach den oben dargelegten Vorstellungen in Form elektronischer Energieverschiebungen über das wäßrige Lösungsmittel am wahrscheinlichsten zu den Reaktionsorten mit größtem Energiegefälle. Die eingeleiteten Reaktionen laufen in biologischem Material unter Umgehung der physiologischen Steuerungsvorgänge ab. Es ist verständlich, daß labile, im Umbau begriffene Strukturen besonders empfindlich sind und Strahlenschäden sich dort am nachhaltigsten auswirken, wo Duplikanten betroffen werden. Energiewanderungen über Energieniveaubänder von Eiweißketten, die von zahlreichen Autoren zur Erklärung biologischer Strahlungseffekte erwogen wurden, scheinen zwar auf Grund theoretischer Überlegungen möglich (WIRTZ 1947, EVANS und GERGELY 1949). Jedoch liegen für eine solche Annahme bisher keine beweisenden experimentellen Unterlagen vor.

Medizinische Poliklinik, München (Direktor: Prof. Dr. SEITZ).

HEINRICH BERGSTERMANN.

Eingegangen am 18. Februar 1955.

Chromatographic Separation of Chlorides of Group IIIb, IV and V Metals.

For the separation of cobalt, nickel, manganese and zinc, a number of ketonic solvent mixtures[1],[2],[3] have been reported. LEDERER[4] has used ethyl alcohol and isopropyl alcohol containing 10% 5 N Hcl. Similarly, the alkaline earths and alkali metals have also been separated by a number of workers[2],[5],[6]. In the present note, the chlorides of manganese, cobalt, nickel and zinc were separated in that order on circular discs, by the use of a mixture of butanol (5 ml.), pyridine (1 ml.), diethylaniline (0·5 ml.) and 5 N HCl(1·5 ml.). The use of mixtures of alcohols containing methanol as one of the constituents, was reported in our earlier communications for the separation of alkaline earths (unpublished) and alkali metals[6]. It was noticed that addition of glacial acetic acid and water to those solvent mixtures gave more defined bands, especially in the case of alkaline earths. The method followed was essentially the same as that reported by GIRI and RAO[7]. The zinc group metals were identified by means of an alcoholic solution of alizarin, containing salicylaldoxine and rubeanic acid and the positions of alkaline earths and alkali metals were located by means of indophenol-silver nitrate spray[6]. The chlorides of manganese, cobalt, nickel and zinc were prepared in 5 N HCl, while those of alkaline earths and alkali metals were used as aqueous solutions.

Materials and Reagents. Paper: Whatman filter paper No. 1 discs (24 cms diameter). *Solvents:* 1. Butanol containing pyridine and diethylaniline or aniline and enough 5 N HCl to turbidity (5:1:0·5:1·5). The upper solvent layer was used. 2. Methanol containing 30% isopropyl alcohol, butanol or pentanol, 10% glacial acetic acid and 10% water.

Method and Results. Circular paper chromatograms, containing 50 µgms of test substance per spot were developed

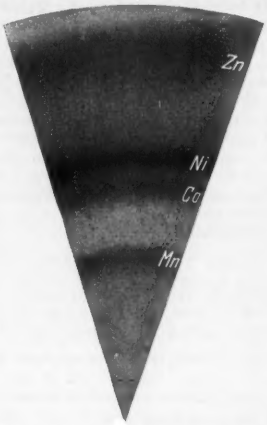


Fig. 1. Port of a circular paper chromatogram of zinc group metals.

in a trough (26 cms diameter) and after airdrying, were treated with the spray materials. Manganese, cobalt, nickel and zinc developed violet, yellowish brown, blue and purple bands respectively after exposure to ammonia while alkaline earths and alkali metals, on exposure to sunlight developed brown bands. The approximate R_f values of zinc group metals obtained were manganese (0·34), cobalt (0·58), nickel (0·66) and zinc (0·95). A typical chromatogram is given in figure 1.

The author is indebted to Principal T. BARNABAS for the guidance.

Department of Chemistry, Ahmednagar College, Ahmednagar (Deccan).

J. BARNABAS.

Eingegangen am 17. Februar 1955.

[1]) BURSTALL, F. H., G. R. DAVIES and R. A. WELLS: Disc. Faraday Soc. 7, 179 (1949).
[2]) BURSTALL, F. H., G. R. DAVIES, R. P. LINSTEAD and R. A. WELLS: J. Chem. Soc. 1950, 516.
[3]) SHIBATA, M., and T. UEMURA: J. Chem. Soc. Japan 72, 541 (1951).
[4]) LEDERER, M.: Anal. Chim. Acta 5, 185 (1951).
[5]) ERLENMEYER, H., H.v. HAHN and E. SORKIN: Helv. chim. Acta 34, 1419 (1951).
[6]) BARNABAS, T., M. G. BADVE and J. BARNABAS: Naturwiss. 41, 478 (1954).
[7]) GIRI, K. V., and N. A. N. RAO: J. Indian Inst. Sci. 32, 95 (1952).

Einfluß von Wasserstoffbrücken auf die Spaltungsgeschwindigkeit von Azofarbstoffen.

Untersuchungen an Azofarbstoffen hatten ergeben[1]), daß eine in ortho-(2)-Position zur Azobrücke stehende phenolische *Hydroxyl*gruppe nicht frei vorliegt, sondern mit ihrem Proton einen *Chelatring* zum Stickstoff der Azobrücke schließt. Überlegungen über die Bedeutung der chemischen Struktur von Pharmaka für ihre Wirkung machten es wahrscheinlich (H. DRUCKREY), daß auch eine in ortho-Stellung stehende *Carboxyl*gruppe einen derartigen Chelatring bildet. Tatsächlich ergab die Aufnahme des Infrarotspektrogramms von 2′-Carboxy-4-dimethyl-amino-azobenzol*) („Methylrot"), daß auch hier eine Wasserstoffbrücke zum Stickstoff vorhanden sein muß.

Es war mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen und wurde durch die Bestimmung des Abstandes zwischen dem Sauerstoff- und dem Stickstoffatom der Brücke nach der Methode von LORD und MERIFIELD[2]) bestätigt, daß in beiden Fällen ein Chelat-6-Ring vorliegt. Bei Molekeln der Struktur (I) wird also die Azobrücke mit in den Ring einbezogen, während bei Konfiguration (II) die Bindung zum α-Stickstoff der Azobrücke geht.

Über den Einfluß dieser Chelatbindungen auf die Stabilität der Azobrücke gibt ein biologischer Test Aufschluß. Die Azobrücke vieler Azobenzole wird durch lebende Hefe reduktiv gespalten[3]). Wir haben die Geschwindigkeit dieser Spaltung an einigen Verbindungen untersucht. Die Substanzen wurden einer wäßrigen Aufschwemmung von Bäckerhefe (5%) bei $p_H = 7$ zugegeben (Konzentration etwa 6 mg-%) und bei 35° inkubiert. Die Messung des zeitlichen Ablaufs der Spaltung erfolgte photometrisch im Absorptionsmaximum des Farbstoffs (BECKMANN-Spektrophotometer Modell DU). Hierbei ergaben sich folgende Halbwertszeiten (in Stunden): 4-Dimethylamino-azobenzol 20; 2-Oxy-4-dimethylamino-azobenzol > 100; 4-Oxy-azobenzol 20; 2.4-Dioxy-azobenzol 70; 2′-Carboxy-4-dimethyl-amino-azobenzol 0,5; 4′-Carboxy-4-dimethylamino-azobenzol 3,5 Std.

Danach ist es wahrscheinlich, daß eine Einbeziehung der Azobrücke in den Chelatring die Spaltung erschwert und die Brücke stabilisiert, während ein Ringschluß zum α-Stickstoffatom der Brücke eher eine bevorzugte Spaltbarkeit und somit eine erhöhte Labilität der Brücke bedeutet.

Freiburg i. Br., Chirurgische Universitätsklinik, Laboratorium.

REINHARD MECKE jun. und DIETRICH SCHMÄHL.

Eingegangen am 26. Februar 1955.

*) Für die Aufnahme des Spektrums danken wir Herrn Dr. habil. H. ARNOLD, Asta-Werke, Brackwede, Westf., für die Auswertung Herrn Prof. Dr. R. MECKE, Freiburg.

[1]) DRUCKREY, H., D. SCHMÄHL u. P. DANNEBERG: Naturwiss. **39**, 393 (1952). — SCHMÄHL, D.: Arzneimittel-Forsch. **4**, 405 (1954). — HOYER, H.: Z. Elektrochem. **49**, 97 (1943).

[2]) LORD, R. C., u. R. E. MERIFIELD: J. Chem. Physics **21**, 166 (1953).

[3]) KUHN, R., u. H. BEINERT: Ber. dtsch. chem. Ges. **76**, 904 (1943); **77**, 606 (1944).

Die Bildung von Trithiocarbonat am Anionenaustauscher.

Beim Schütteln eines mit Sulfid-Ionen beladenen Anionenaustauschers mit etwas Wasser und Schwefelkohlenstoff löst dieser sich innerhalb von etwa 30 min vollständig auf, und der Austauscher färbt sich lachsfarben. Wird der Austauscher nach dem Auswaschen mit Wasser mit Natronlauge eluiert, so läßt sich aus dem gelb gefärbten Eluat nach Zusatz von Bariumchlorid und Äthanol das bekannte gelbe Bariumtrithiocarbonat $BaCS_3$ analysenrein ausfällen. Bessere Ausbeuten werden durch Eluieren mit $BaCl_2$-Lösung und anschließende Fällung des Eluates mit Äthanol erzielt. Die hier geschilderte Reaktion stellt einen interessanten Fall einer Einwirkung eines festen Austauschersalzes auf einen mit Wasser nicht mischbaren Stoff wie CS_2 dar.

Beispiel. Der in der OH-Form vorliegende Anionenaustauscher wird durch H_2S-Wasser oder durch Na_2S-Lösung in die S-Form gebracht. Hierbei färbt sich der Austauscher grünlich. Nach dem Auswaschen mit Wasser wird eine der Kapazität des Austauschers entsprechende Menge CS_2 zu der wäßrigen Aufschlämmung des Austauschers zugefügt. Die Mischung wird so lange geschüttelt, bis keine CS_2-Tröpfchen mehr erkennbar sind. Es werden z.B. angewendet 50 g lufttrockener Amberlite IRA 410 (Kapazität 4,2 mval/g) und 4 g CS_2. Der nun lachsfarbene Austauscher wird in eine übliche Glassäule gebracht und mit 1,5 n $BaCl_2$-Lösung bis zum Verschwinden der Gelbfärbung des Eluates eluiert. Auf Zusatz von Äthanol zum Eluat werden 16 g $BaCS_3$ in einer Reinheit von 99% (62% der Theorie) erhalten.

Die völlige Regenerierung des Austauschers ist nur nach Anwendung von Salzsäure (z.B. 2 n) möglich. Hierbei tritt noch H_2S-Entwicklung auf. Um den Austauscher für einen neuen Versuch vorzubereiten, muß er zuerst mit Säure, dann mit Lauge und danach mit Sulfid behandelt werden. Das hier geschilderte Verfahren steht den für die Darstellung von Trithiocarbonat bekannten kaum nach. Die freie Trithiokohlensäure läßt sich aus dem Austauschersalz wahrscheinlich unter Einhaltung einiger Vorsichtsmaßnahmen ebenfalls darstellen. Die diesbezüglichen Versuche sind nicht eingehend verfolgt worden.

Die mit verschiedenen stark basischen Anionenaustauschern angestellten Versuche hat Herr cand. WOLFGANG SCHMIDT im Juni 1953 ausgeführt.

Regensburg, Institut für Anorganische und Analytische Chemie der Philosophisch-Theologischen Hochschule.

ROBERT KLEMENT.

Eingegangen am 3. März 1955.

Rhodosamin, eine neue Dimethylamino-desoxy-aldohexose.

Die roten, wasserlöslichen, stickstoffhaltigen Antibiotika Rhodomycin A und B[1]) werden beim Erwärmen mit verdünnter Säure leicht hydrolysiert. Dabei fallen die stickstoffreien Chromophore [Rhodomycinon, Iso-rhodomycinon[2])] als wasserunlösliche Verbindungen aus, während in der Reaktionslösung eine farblose, reduzierend wirkende, stickstoffhaltige Substanz zurückbleibt, die beim Erwärmen mit Alkali Dimethylamin abspaltet. Papierchromatographische Untersuchungen haben gezeigt, daß dieses Abbauprodukt bei beiden Rhodomycinen das gleiche ist. Für seine Darstellung konnten daher Gemische von Rhodomycin A und B verwendet werden. Die Isolierung des stickstoffhaltigen Spaltstückes gelang uns zuerst in Form des kristallisierten Reineckates, Schmp. 131 bis 133°, dessen Analysenzahlen auf die Formel $C_{12}H_{24}O_3N_7S_4Cr$ passen. Dem Abbauprodukt selbst, das wir *Rhodosamin* genannt haben, kommt demnach die Summenformel $C_8H_{17}O_3N$ zu.

Vorteilhafter als dieses Verfahren ist die Abtrennung des Rhodosamins mit Hilfe von Kationen-Austauschern. Fraktionierung des vom Chromophor befreiten Rhodomycinhydrolysates an einer Säule von Dowex 50 (H-Form) lieferte zwei Zonen, von denen die zuerst durchlaufende keinen Stickstoff enthielt. Aus der zweiten, stickstoffhaltigen gewannen wir Rhodosamin als gut kristallisiertes Hydrochlorid, Schmp. 152 bis 153°, $[\alpha]_D^{20} - 48{,}2°$ (in Wasser). Seine Analysenzahlen passen auf $C_8H_{17}O_3N \cdot HCl$ und bestätigen damit die aus der Zusammensetzung des Reineckates ermittelte Rhodosamin-Summenformel $C_8H_{17}O_3N$.

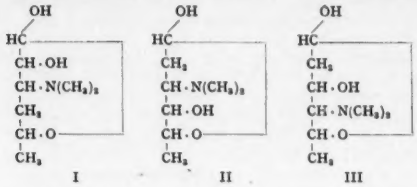
Von den drei Sauerstoffatomen dieser Formel liegen zwei als Oxygruppen vor. Sie lassen sich nach DEWALT und GLENN[3]) acetylieren und sind demnach primär oder sekundär. Das dritte O-Atom gehört einer in der Halbacetal-Form vorliegenden Aldehydgruppe an, denn unser Abbauprodukt reduziert FEHLINGsche Lösung, wird bei der WILLSTÄTTER-SCHUDELschen Bestimmungsmethode für Aldosen glatt oxydiert und zeigt im Ultrarot keine Carbonylbande.

Rhodosamin-hydrochlorid liefert bei der Chromsäureoxydation nach KUHN-ROTH 0,9 Mol Essigsäure und gibt eine positive Jodoform-Reaktion. Seine C-Methylgruppe steht demnach an einem C-Atom, das ein Sauerstoffatom trägt. Da eine Keto-carbonylgruppe nicht vorhanden ist, muß dieses O-Atom zu einer Oxygruppe gehören. Bemerkenswert ist die leichte Abspaltung von Dimethylamin beim Erwärmen des Rhodosamins mit Alkali.

In seiner Summenformel und allen eben genannten Reaktionen stimmt Rhodosamin mit Pikrocin[4]), einem Abbauprodukt des Antibiotikums Pikromycin[5]), überein. Wie kürzlich gezeigt wurde[4]), hat Pikrocin die Konstitution I. Es ist identisch mit „Amin A", einem Abbauprodukt des Erythromycins[6]).

Rhodosamin unterscheidet sich von Pikrocin durch seine spezifische Drehung und besonders durch sein Verhalten gegen Perjodsäure. Während Pikrocin innerhalb 30 min 1 Mol 0,05 mol Perjodsäure umsetzte, reagierte Rhodosamin unter diesen Bedingungen nicht. Von 0,2 mol Perjodsäure verbrauchte unser Abbauprodukt innerhalb 48 Std 1 Mol, eine Menge, mit der Pikrocin innerhalb weniger Minuten reagiert. Oxydierte man Rhodosamin mit einer 12%igen Perjodatlösung, so hatten sich nach Umsatz von 2 Mol Perjodat etwa 1 Mol Ameisensäure und 0,5 Mol Acetaldehyd gebildet, während in der Reaktionslösung noch etwa 50% an unverändertem Rhodosamin vorhanden waren. Diese Beständigkeit gegen Perjodsäure zeigt, daß Rhodosamin keine benachbarten Oxygruppen enthalten kann.

Nach unseren bisherigen Ergebnissen ist Rhodosamin eine 2.6-Desoxy-dimethylamino-aldohexose, für die Formel II oder III in Betracht kommt. Wegen der leichten Abspaltung der Dimethylaminogruppe dürfte II wahrscheinlicher sein.



I II III

Organisch-Chemisches Institut der Universität, Göttingen.

HANS BROCKMANN und ENNO SPOHLER.

Eingegangen am 28. Januar 1955.

[1]) BROCKMANN, H., K. BAUER u. I. BORCHERS: Chem. Ber. **84**, 700 (1951).
[2]) BROCKMANN, H., u. I. BORCHERS: Chem. Ber. **86**, 261 (1953).
[3]) WALT, C. W. DE, u. R. A. GLENN: Analyt. Chem. **24**, 1789 (1952).
[4]) BROCKMANN, H., H. B. KÖNIG u. R. OSTER: Chem. Ber. **87**, 856 (1954).
[5]) BROCKMANN, H., u. W. HENKEL: Chem. Ber. **84**, 284 (1951).
[6]) CLARK jr., R. K.: Antibiotics a. Chemother. **3**, 663 (1953).

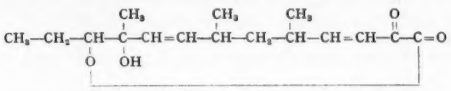
Zur Konstitution des Kromycins *).

Bei milder Hydrolyse des Antibiotikums Pikromycin $C_{25}H_{43}O_7N$[1]) entsteht neben Pikrocin $C_8H_{17}O_3N$[2]), dessen Konstitution vor kurzem aufgeklärt wurde[2]), das Kromycin $C_{16}H_{24}O_4$[3]). Von den vier O-Atomen des Kromycins entfallen zwei auf eine Lactongruppe, die beiden übrigen auf eine Carbonyl- und eine tertiäre Oxygruppe[3]). Kromycin enthält zwei hydrierbare Kohlenstoff-Doppelbindungen und vier C-Methylgruppen[3]).

Bei der Oxydation des Kromycins mit Zinkpermanganat erhielten wir eine kristallisierte Dicarbonsäure $C_7H_{12}O_4$, Schmp. 129°, die als meso-α,α'-Dimethylglutarsäure identifiziert werden konnte. Ozonabbau des Kromycins in Eisessig gab ein Gemisch verschiedener Oxydationsprodukte, aus dem sich Pentan-dion-(2.3) als kristallisiertes Bis-(2.4-dinitrophenylhydrazon), Schmp. 280°, isolieren ließ. Erhitzen des Kromycins mit wäßrigem Alkali lieferte Propionaldehyd (als kristallisiertes 2.4-Dinitrophenylhydrazon vom Schmp. 152 bis 154° isoliert), Erwärmen mit Kaliumhypojodit Jodoform.

Das beim Umsatz mit $LiAlH_4$ entstehende amorphe Reduktionsprodukt[3]) des Kromycins gab: 1. Beim Ozonabbau neben anderen Produkten Pentan-dion-(2.3); 2. beim Kochen mit wäßrigem Alkali Propionaldehyd und 3. bei der Perjodsäure-Oxydation in neutraler Lösung Formaldehyd, in saurer Lösung Propionaldehyd neben Spuren von Formaldehyd.

Die leichte Decarboxylierung des Kromycins in alkalischer Lösung[3]) unter Entwicklung von 0,9 Mol CO_2, die Bildung von Kohlenmonoxyd beim Erwärmen mit konz. Schwefelsäure und schließlich auch die Entstehung von Formaldehyd bei der Perjodat-Spaltung des $LiAlH_4$-Reduktionsproduktes sprechen dafür, daß Kromycin das Lacton einer α-Ketosäure ist.



I

Die vorstehend geschilderten Reaktionen werden verständlich, wenn man für Kromycin die Konstitutionsformel I annimmt. Ob und inwieweit sie zu modifizieren ist, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Organisch-Chemisches Institut der Universität, Göttingen.

HANS BROCKMANN und RUDOLF OSTER.

Eingegangen am 5. Februar 1955.

*) Pikromycin, V. Mitteilung; Antibiotika aus Actinomyceten XXXI. Mitteilung.
[1]) BROCKMANN, H., u. W. HENKEL: Chem. Ber. **84**, 284 (1951).
[2]) BROCKMANN, H., H. B. KÖNIG u. R. OSTER: Chem. Ber. **87**, 856 (1954).
[3]) BROCKMANN, H., u. R. STRUFE: Chem. Ber. **86**, 876 (1953).

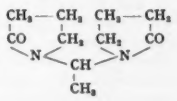
Versuche zur Dimerisation des N-Vinylpyrrolidons.

Bei Untersuchungen über die Polymerisation des N-Vinylpyrrolidons wurde dessen Fähigkeit, in Berührung mit Phosphorpentoxyd zu dimerisieren, beobachtet[1]). Damals wurden keine Versuche unternommen, ein Dimeres rein zu isolieren. Erst die zufällige Beobachtung des Auftretens kristalliner Produkte in Mischpolymerisationsansätzen veranlaßte uns, weitere Versuche in dieser Richtung durchzuführen. Über ein unerwartetes Ergebnis dieser Versuche wollen wir hier kurz berichten.

Setzt man N-Vinylpyrrolidon etwa ein Zehntel seines Volumens an etwa 5%iger Salzsäure zu, so tritt unter starker Erwärmung Reaktion ein. Es ist dabei ein intensiver Geruch von Acetaldehyd[2]) zu beobachten, der beim Übertreiben als p-Nitrophenylhydrazon (Schmp. 128°) nachgewiesen werden kann. Die viskos gewordene Flüssigkeit kristallisiert nach längerem Stehen, rascher erfolgt die Kristallisation beim Aufnehmen des Reaktionsproduktes in Aceton-Äther und Animpfen. Durch Destillation im Hochvakuum bei 110 bis 120° (Luftbadtemperatur) und Umlösen aus Aceton-Äther erhält man weiße derbe Kristalle vom Schmp. 87,5 bis 88,5°. Die Analyse der Substanz gibt auf die Molekularformel $C_{10}H_{16}O_2N_2$ stimmende Werte. Die Verbindung hat sich also aus N-Vinylpyrrolidon nach der Gleichung

$$2\,C_6H_9ON + H_2O \rightarrow C_{10}H_{16}O_2N_2 + CH_3CHO$$

gebildet. Ihr Ultrarotspektrum zeigt zwar noch die C=O-Frequenz bei 5,96 μ, nicht mehr aber die C=C-Frequenz bei 6,13 μ. In Übereinstimmung damit nimmt die Substanz in Eisessig mit Platinoxyd keinen Wasserstoff auf. Beim Erhitzen mit Salzsäure tritt Spaltung unter Bildung von γ-Aminobuttersäure und Acetaldehyd ein. Die C-Methylbestimmung nach KUHN-ROTH ergibt die Anwesenheit einer C-Methylgruppe in der Molekel. Aus allen angeführten Ergebnissen folgt für die Verbindung vom Schmp. 87,5 bis 88,5° die nebenstehende Struktur (I).



I

Über weitere Eigenschaften dieser Substanz und den Mechanismus ihrer Bildungsreaktion wird später berichtet werden.

Es ist aber auch möglich, ein echtes Dimeres kristallisiert zu erhalten. Zu diesem Zweck leitet man in *trockenes* N-Vinylpyrrolidon wenige Sekunden *trockenen* Chlorwasserstoff ein. Auch dabei findet Reaktion unter Erwärmen statt. Nach längerem Stehen tritt Kristallisation ein. Beim Umlösen aus Aceton-Äther unter Kühlung werden rosettenförmig angeordnete Kristalle vom Schmp. 73 bis 75° erhalten. Die Analyse ergibt mit der Zusammensetzung eines Dimeren $C_{12}H_{18}O_2N_2$ befriedigend übereinstimmende Werte. Das Ultrarotspektrum zeigt auch hier keine C=C-Frequenz, so daß zunächst eine Cyclobutanstruktur am wahrscheinlichsten erscheint.

Eine ausführliche Mitteilung wird in den Monatsheften für Chemie erfolgen.

I. und II. Chemisches Laboratorium der Universität, Wien.

J. W. BREITENBACH, F. GALINOVSKY,
H. NESVADBA und E. WOLF.

Eingegangen am 19. Februar 1955.

[1]) BREITENBACH, J. W., u. A. SCHMIDT: Mh. Chem. **82**, 833 (1952).
[2]) Zersetzung des N-Vinylpyrrolidons in saurer Lösung unter Abspaltung von Acetaldehyd erwähnt schon W. REPPE in seiner Monographie „Polyvinylpyrrolidon". Weinheim: Verlag Chemie 1954.

Beitrag zur Darstellung von 1.2-Bis-alkyl-mercaptoäthinen.

Im Rahmen der Untersuchungen von H. BAGANZ und Mitarbeitern[1]) über 1.2-Dialkoxyäthene wurden Reaktionen mit dem Schwefelanalogon 1.2-Bisäthyl-mercaptoäthen durchgeführt. Diese Verbindung wurde nach E. FROMM, H. BENZINGER und F. SCHÄFER[2]) am Dichloräthylen und Kaliummercaptid dargestellt. Im Gegensatz zu den dortigen Angaben liegt der Siedepunkt bei Kp_{11} 104 bis 105° und nicht bei Kp_{13} 170°. Durch Oxydation mit Wasserstoffperoxyd wurde in Übereinstimmung mit E. FROMM und H. LANDMANN[3]) 1.2-Bisäthylensulfon-äthen vom F. 88° erhalten.

An 1.2-Bisäthylenmercaptoäthen, gelöst in Kohlenstofftetrachlorid, wurde unter Eis-Kochsalz-Kühlung ein Mol Chlor angelagert. Das Dichlorderivat spaltet bei der Destillation im Vakuum Chlorwasserstoff unter Bildung von 1.2-Bisäthylmercapto-chloräthen ab, $C_6H_{11}S_2Cl$ (Mol-Gew. 182,7). Kp_{11} 119,5°; n_D^{25} 1,5618; d_4^{25} 1,1350, Ausbeute 28%. Durch

Abspaltung eines weiteren Mols Chlorwasserstoff mit alkoholischer Kalilauge wurde daraus 1.2-Bisäthylmercaptoäthin, $C_6H_{10}S_2$ (Mol-Gew. 146,3), n_D^{25} 1,5610; d_4^{25} 1,0510 in 60%iger Ausbeute erhalten.

Anlagerung von 1 Mol Chlor an das Äthinderivat ergab 1.2-Bisäthylmercapto-1.2-Dichloräthen, $C_6H_{10}S_2Cl_2$ (Mol-Gew. 217,2); $Kp_{12,5}$ 132 bis 134°, n_D^{25} 1,5742; d_4^{25} 1,2585 in 60%iger Ausbeute. 1.2-Bisäthylmercapto-tetrachloräthan, $C_6H_{10}S_2Cl_4$ (Mol-Gew. 288,1), F 56°, wurde durch Addition von 2 Mol Chlor an 1.2-Bisäthylmercaptoäthin in 95%iger Ausbeute erhalten.

Einzelheiten der Arbeit und weitere Reaktionen werden später an anderer Stelle bekanntgegeben.

Organisch-Chemisches Institut der Technischen Universität, Berlin-Charlottenburg.

HORST BAGANZ und WOLFGANG TRIEBSCH.

Eingegangen am 23. Februar 1955.

[1]) BAGANZ, H. u. Mitarb.: Chem. Ber. **86**, 148, 395, 615, 1318 (1953).

[2]) FROMM, E., H. BENZINGER u. F. SCHÄFER: Liebigs Ann. Chem. **394**, 325 (1912).

[3]) FROMM, E., u. H. LANDMANN: Ber. dtsch. chem. Ges. **56**, 2290 (1923).

Isolierung und chemische Untersuchung von Lipofuscin.

Durch eine Kombination von Zentrifugier- und Sedimentierverfahren in wäßrigen Rohrzuckerlösungen gelang es, aus lipofuscinreichen Herzen vom Menschen dieses braune Pigment in reiner, morphologisch intakter Form zu gewinnen. Die chemische Untersuchung ergab den überraschenden Befund, daß Lipofuscin zu wesentlichen Anteilen aus Protein besteht, da das Papierchromatogramm eines salzsauren Hydrolysates ein typisches Fleckenmuster vieler Aminosäuren aufweist. Man steht also vor der merkwürdigen Tatsache, daß die lebende Zelle unter physiologischen oder pathologischen Bedingungen fähig ist, ein unlösliches, chemisch inertes Proteinmaterial abzuscheiden; zudem hat Lipofuscin auch eine nicht unbeträchtliche Widerstandskraft gegen physikalische Einwirkungen, wie sich aus dem Verhalten bei der Isolierung ergibt.

Lipofuscin ist praktisch unlöslich in Wasser und enthält neben C und H 11,8% N, 0,42% P sowie 20% Gesamt-Lipide, demnach 14,7% N im fettfreien Material. In der Schmelze ist S nachweisbar (im Hydrolysat nicht als SO_4^{--} bzw. —SH faßbar). Lipofuscin enthält keine Nucleotide, wie sich aus der UV-Absorptionskurve ergibt, die lediglich im Bereich aromatischer Aminosäuren einen Gipfel aufweist. Der Gehalt an Mineralien und Spurenelementen liegt auf Grund einer spektrochemischen Untersuchung im Bereich der für das Herzgewebe bekannten Größenordnungen.

Mit der Untersuchung der quantitativen Aminosäurenzusammensetzung sind wir zur Zeit beschäftigt. Isolierungsgang und Analysendaten sollen an anderer Stelle ausführlich publiziert werden; zur morphologischen Charakterisierung der isolierten Lipofuscinpartikeln siehe[1]).

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Unterstützung der Arbeit.

Physiologisch-Chemisches Institut der Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz, und Pathologisch-Bakteriologisches Institut der Städtischen Krankenanstalten, Karlsruhe.

G. SIEBERT, O. HEIDENREICH, R. BÖHMIG und K. LANG.

Eingegangen am 26. Februar 1955.

[1]) HEIDENREICH, O., u. G. SIEBERT: Virchows Arch. (im Druck).

Über ein Verfahren zur Durchführung der Papier-Hochspannungselektrophorese ohne Kühlung.

Neben MICHL[1]), dem Begründer der Papier-Hochspannungsionophorese, haben KICKHÖFEN und WESTPHAL[2]), TURBA und Mitarbeiter[3]) sowie HEILMEYER und Mitarbeiter[4]) auf die große Trennschärfe dieser Methode bei Analysen von biologischem Material hingewiesen. Infolge der kurzen Versuchsdauer, die im Durchschnitt 30 bis 90 min beträgt, tritt bei diesem Verfahren die elektroosmotische Wanderung der Stoffe, die in vielen Fällen die scharfe Trennung eines Gemisches in die einzelnen Komponenten stört, nicht auf. Die wegen der hohen Spannung auftretende große Stromdichte führt allerdings zu einer so starken Erwärmung des Elektrophoresepapieres, daß dieses gekühlt werden muß[1–4]). Die genannten Autoren kühlen den Streifen durch Einhängen in eine niedrigsiedende organische Flüssigkeit (Toluol, Hexan).

Bei der papierelektrophoretischen Trennung pflanzeneigener Wuchsstoffe (Indolderivate), die im hiesigen Institut bereits durchgeführt wurde[5]), schien es wünschenswert, den erhöhten Trenneffekt der Papier-Hochspannungselektrophorese auszunutzen. Da sich die uns interessierenden Substanzen, z.B. die β-Indolylessigsäure, in Toluol und Hexan lösen, konnten diese Kühlmittel nicht übernommen werden. Wir versuchten daher zunächst, die Kühlung des Elektrophoresepapieres auf andere Weise vorzunehmen. Der Streifen wurde in eine ständig von Wasser umspülte flache Glaskammer eingelegt. Die Wärmeableitung war aber nicht ausreichend. Die Durchführung der Hochspannungs-Ionophorese in einer Kältetruhe bewährte sich ebenfalls nicht.

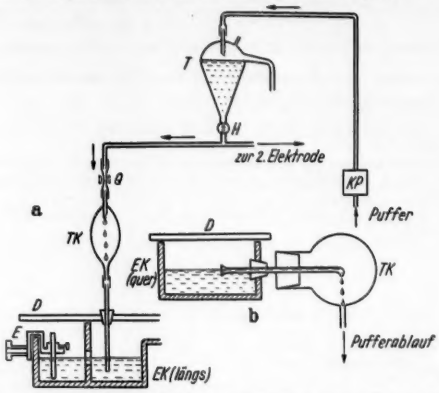


Fig. 1. Schematische Übersicht der Strömungsanlage zur Puffererneuerung in der Elektrophoresekammer. *a* Zulauf; *b* Ablauf. *KP* Kreiselpumpe; *T* Trichter mit Überlauf; *H* Hahn; *Q* Quetschhahn zur Regulierung der Tropfgeschwindigkeit; *TK* Tropfkugel; *EK* Elektrophoresekammer mit: *D* Plexiglasdeckel; *E* Halteklammer mit Elektroden (Anode: Kohle, Kathode: Platin).

Da es nicht gelang, den Streifen ausreichend zu kühlen, versuchten wir, den Stromdurchfluß durch Verdünnung des Puffers zu reduzieren und damit die unerwünschte Wärmeentwicklung zu verhindern. Es zeigte sich, daß bei genügender Verdünnung des Puffers eine Kühlung des Papieres nicht erforderlich ist. Die Wanderung und Trennung der Stoffe wird auch bei weitgehender Pufferverdünnung (1:64) nicht beeinträchtigt; demnach braucht der die Stoffwanderung bewirkende Strom nur schwach zu sein. Der verdünnte Puffer wird im elektrischen Feld relativ schnell verbraucht; er muß daher aus einem Vorrat ständig erneuert werden. Wir benutzen für unsere Versuche die Elektrophoresekammer nach GRASSMANN und HANNIG. Um den Hochspannungsstromkreis auf die Kammer allein zu beschränken, lassen wir den Puffer zu- und abtropfen. Daher wird nur ein geringer Teil der gesamten Puffermenge jeweils kurze Zeit von Strom durchflossen. Die entsprechende Anordnung zeigt Fig. 1. Der Puffer wird aus einer Vorratsflasche in die Elektrodenräume gepumpt. Der abtropfende, praktisch noch unzersetzte Elektrolyt fließt in die Vorratsflasche zurück. Auf diese Weise können 8 Liter Puffer pro Stunde jeden Elektrodenraum durchströmen.

Die Trennung der Indolderivate führen wir bei etwa 3000 V und 1 bis 2 mA pro Streifen in 30 bis 60 min durch (Papier: Schleicher & Schüll 2043 b, 4 × 30 cm; Puffer: Essigsäure-Natriumazetat nach WALPOLE, p_H 5,3, Verdünnung 1:16 bis 1:32).

Bei Versuchen mit Serumeiweiß (Mensch, Pferd, Schwein) erwies es sich als günstig, den Puffer (Veronal-Azetatpuffer nach MICHAELIS, p_H 8,6) weniger stark zu verdünnen und mit niedrigerer Spannung (etwa 1500 V und 3 bis 4 mA pro Streifen) zu arbeiten. Eine Auftrennung in die bekannten Fraktionen erfolgt in 90 bis 120 min.

Botanisches Institut der Justus-Liebig-Hochschule, Gießen.

GEROLD SCHNEIDER und GISELA SPARMANN.

Eingegangen am 26. Januar 1955.

[1]) MICHL, H.: Mh. Chem. **82**, 489 (1951).

[2]) KICKHÖFEN, B., u. O. WESTPHAL: Z. Naturforsch. **7b**, 655 (1952).

[3]) TURBA, F., H. PELZER u. H. SCHUSTER: Hoppe-Seylers Z. **296**, 97 (1954).

[4]) HEILMEYER, L., R. CLOTTEN, I. SAUR, A. STURM u. A. LIPP: Klin. Wschr. **32**, 831 (1954).

[5]) FISCHER, A.: Planta **43**, 288 (1954).

Isolation of Butyraldehyde in the Butyl Alcohol Fermentation.

Currently it is assumed that butyl alcohol in the homonymous fermentation, is originated from a reduction of butyric acid through the intermediate butyraldehyde. In effect, in the normal fermentation there is a simultaneous disappearance of butyrate and increase in butyl alcohol at the time that solvents formation occurs[1],[2]. Moreover, adding butyric acid[2],[3],[4]) or butyraldehyde[3]) to the fermentation a great portion of the acid or aldehyde is converted to butyl alcohol. According to DAVIES[5]) glucose, or probably triosephosphate, is the reducing agent for butyric acid, although it cannot be excluded a reduction by pyruvic acid[6]).

After the isolation of triose and pyruvic acid from normal butyl alcohol fermentations[7]) we succeeded now to trap butyraldehyde using the phenylhydrazine trapping technique. So far as we are aware, butyraldehyde was not as yet directly isolated from fermentation, but it was found in the butanol oil distillated from fermentations of starch by *Clostridium acetobutylicum*[8]).

Cl. acetobutylicum, strain N. 1 of our collection, was inoculated into 400 ml. of sterile medium containing the SPEAKMAN's basal medium[2]) with addition of 20 ml. % of yeast juice and 2 ml. % of corn mash. After 20 hr. of incubation at 37° C., the culture was centrifuged and the harvested cells immediately suspended in 1500 ml. of the following sterile medium: SPEAKMAN's basal medium additioned with 2 g. % of glucose and 20 ml. % of yeast juice. The medium was rendered anaerobic by sweeping out the air with CO_2. When in the fermentation p_H is about 4·7—4·5 and acetone is absent or present only in traces, 1·5 g. of phenylhydrazine axalate was added to the culture in portions of 0·5 g. within 1·30 hr. The phenylhydrazine salt is dissolved in distilled water, and the p_H adjusted to 4·5 with sodium hydroxide. After 2 hr. of additional incubation, the medium was filtered and distilled after a previous addition of concentrate sulphuric acid up to a concentration of 3% in order to free butyraldehyde from phenylhydrazine.

The first fraction of distillate was precipitated with a sulphuric solution of 2·4-dinitrophenylhydrazine (2·4-DNP). The collected precipitate was dried, dissolved in benzene containing 5% of ethyl acetate and chromatographed in a BROCKMANN's alumina column to separate the aldehyde from acetone 2·4-DNP. Development was carried out with 10% ethyl acetate in benzine. Acetone 2·4-DNP was found at the top of the column and butyraldehyde 2,4-DNP at the bottom. The bands were eluted with ether and butyraldehyde 2·4-DNP was recovered by evaporation of the solvent. By recrystallisation from methyl alcohol, the product melted at 123° C. and no depression was observed with synthetic butyraldehyde 2·4-DNP.

Found amount 0—25 mg/l. as 2·4-DNP.

Istituto di Chimica Farmaceutica e Tossicologica — Sezione Chimica delle Fermentazioni — Università di Pavia.

E. MONTOYA and V. BOLCATO.

Eingegangen am 12. Februar 1955.

[1]) REILLY, J., W. J. HICKINBOTTOM, F. R. HENLEY and A. C. THAYSEN: Biochemic. J. **14**, 229 (1920). — PETERSON, W. H., and E. B. FRED: Ind. Engng. Chem. **24**, 237 (1932). — JOHNSON, M. L., W. H. PETERSON and E. B. FRED: J. of Biol. Chem. **91**, 569 (1931).

[2]) SPEAKMAN, H. B.: J. of Biol. Chem. **41**, 319 (1920); **43**, 401 (1920); **58**, 395 (1923).

[3]) BERNHAUER, K., and K. KÜRSCHNER: Biochem. Z. **280**, 379 (1935).

[4]) WOOD, H. G., R. W. BROWN and C. H. WERKMAN: Arch. of Biochem. **6**, 243 (1945).

[5]) DAVIES, R.: Biochemic. J. **36**, 582 (1942).

[6]) BROWN, R. W., O. L. OSBURN and C. H. WERKMAN: Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med. **36**, 203 (1937).

[7]) BOLCATO, V., M. E. SCEVOLA and G. F. BETTINETTI: Arch. of Biochem. **29**, 291 (1950).

[8]) YASUJI FUJITA: Chem. Abstr. **41**, 3253 (1947). — HISASHI MATSUMURA: Chem. Abstr. **46**, 3211 (1952).

Der Einfluß der Tonmineralien auf die Enzym-Aktivität der Bodenphosphatase.

In der letzten Zeit hat sich die Aufmerksamkeit der Fachkreise in steigendem Maße der Untersuchung der Aktivität der im Boden nachweisbaren Enzyme zugewandt[1]). Die im Boden vorhandenen Enzyme können nämlich, als Produkte des Stoffwechsels der im Boden lebenden Organismen, zur Charakterisierung der biologischen Aktivität des Bodens dienen. Da in den Böden durch den Einfluß der dort vorhandenen Enzyme in größerem Maße Adsorptionsvorgänge sich abspielen, kann man fragen, in welchem Grade dieselben die Aktivität der Bodenenzyme beeinflussen. MORTLAND und GIESEKING[3]) haben die Aktivität der Phosphatase unter dem Einfluß von verschiedenen Gaben von Tonmineralien (Montmorillonit, Illit und Kaolinit) untersucht. Sie haben festgestellt, daß die Wirkung des Enzyms sich bei Zugabe von Ton mit größerem Austauschvermögen in steigendem Maße vermindert. Da MORTLAND und GIESEKING die Enzymwirkung im Wege der Bestimmung der in der Lösung nachweisbaren anorganischen Phosphorsäure bestimmt haben, und da es bekannt

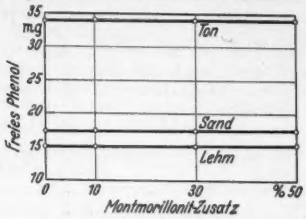


Fig. 1. Zusammenhang zwischen der Phosphatasewirkung verschiedener Böden und der Menge des hinzugegebenen Montmorillonits. Substrat: Phenylphosphat.

ist [z.B. durch die Untersuchungen RAUTENBERGS[4])], daß die kolloidale Fraktion des Bodens die anorganische Phosphorsäure bindet, kann man fragen, ob die von ihnen gemessene Enzymaktivität dem wahren Werte entspricht. Deshalb haben wir mit einem Substrat gearbeitet, das uns erlaubt, die Spaltung des organischen Phosphates durch die Messung des organischen Bestandteiles zu verfolgen. Eine solche Methode

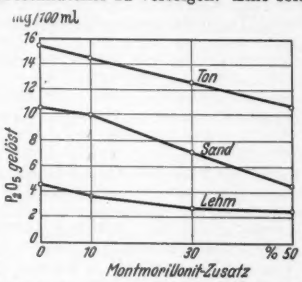


Fig. 2. Löslichkeit des enzymatisch entbundenen Phosphates in verschiedenen Böden als Funktion des Montmorillonitzusatzes zu den Böden. Substrat: Phenylphosphat.

ist die Bestimmung der Phosphatasewirkung mittels Phenylphosphat[2]).

Mit dieser Methode haben wir Untersuchungen mit Sand-, Lehm- und Tonböden auf folgende Weise angestellt: Zu 10g lufttrockenem, durch ein 1 mm-Sieb gesiebtem Boden haben wir in einen 100 ml fassenden kalibrierten ERLENMEYER-Kolben 2,5 ml Toluol gegeben und dann nach 10 min Stehen 20 ml halbprozentige Dinatriumphenylphosphatlösung. Nach einer Inkubation von 23 Std haben wir den Kolben mit dest. Wasser von 37° C bis zur Marke aufgefüllt und nach einer weiteren Inkubation von 1 Std die Flüssigkeit filtriert. Im Filtrat bestimmten wir das freigewordene Phenol nach FOLIN, das anorganische Phosphat mittels der Molybdänsulphat-Zinnchlorür-Methode. Die Resultate unserer Messungen sind aus den Fig. 1 und 2 und der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1. *P_2O_5 gemessen in Prozenten der auf Grund der Phenolbestimmung berechneten P_2O_5.*

Boden	Zugegeben %						
	Montmorillonit				Kaolinit		
	0	10	30	50	10	30	50
Sand . .	81	77	55	35	52	42	36
Lehm . .	39	33	26	24	36	34	33
Ton . .	59	55	49	41	64	64	64

Sie beweisen, daß, während die erhaltenen Phenolwerte nur von den Eigenschaften des Bodens abhängig sind, die Werte für Phosphorsäure durch den zugesetzten Ton, besonders

durch den im hohen Maße adsorptionsfähigen Montmorillonit stark vermindert werden. Aus Tabelle 1 ist auch zu entnehmen, daß der Originalgehalt des Bodens an Kolloiden entstellend wirkt auf die Werte der Phosphatase-Aktivität, gemessen nach dem Gehalt an anorganischem Phosphat. Wenn wir nur die Menge der hydrolysierten Phosphorsäure messen, bekommen wir — infolge der Adsorption der Phosphorsäure — falsche Werte für die Erfassung der Enzymaktivität.

Agrochemische Versuchsanstalt, Abteilung für organische Düngung, Budapest, Ungarn.

L. Kroll und M. Kramer.

Eingegangen am 19. Januar 1955.

[1]) Hofmann, E., u. A. Seegerer: Biochem. Z. **322**, 174 (1951). — Kroll, L.: Agrokémia és Talajtan **2**, 301 (1953). — Kuprevics, W.F.: Dokl. Akad. Nauk SSSR. **79**, 863 (1951).
[2]) King, E. J., u. A. R. Armstrong: Canad. Med. Assoc. J. **31**, 376 (1934).
[3]) Mortland, M., u. J. E. Gieseking: Proc. Soil Sci. Soc. Amer. **16**, 10 (1952).
[4]) Rautenberg, E.: Z. Pflanzenernähr., Düng. u. Bodenkunde **20**, 302 (1931).

Der Phosphatstoffwechsel als Indikator der CO_2-Verwertung.

Untersuchungen über den Phosphatstoffwechsel autotroph gewachsener wasserstoffoxydierender Bakterien[1]) hatten unter anderem gezeigt, daß Kohlendioxyd eine entscheidende Rolle beim Phosphatumsatz spielt. Solange die Zellen noch über Speicherstoffe verfügen, halten sich unter aeroben Bedingungen Phosphorylierung und Dephosphorylierung das Gleichgewicht. Werden die Zellen aber zur Anaerobiose gezwungen und damit oxydative energieliefernde Prozesse unterbunden, so überwiegen Dephosphorylierungsvorgänge, was in einem Ansteigen des im Trichloressigsäure-Extrakt direkt bestimmbaren Phosphats zum Ausdruck kommt. Wird den Zellen erneut die Möglichkeit gegeben, durch oxydative Prozesse Energie zu gewinnen, so sinkt der Spiegel des direkt bestimmbaren Phosphats wieder ab und „7 min-Phosphat" (Δ 7 Ph), das vorwiegend aus energiereichen Phosphatverbindungen besteht, reichert sich an. Wasserstoffoxydierende Bakterien vermögen die bei der Oxydation molekularen Wasserstoffs freiwerdende Energie für Phosphorylierungsprozesse zu nutzen. Allerdings wurde eine nennenswerte Zunahme des energiereichen Phosphats immer nur dann beobachtet, wenn CO_2 verfügbar war. Wurde kein CO_2 zugesetzt oder das Atmungskohlendioxyd durch KOH laufend absorbiert, so kam es nicht zu einer Anreicherung von Δ 7 Ph; es überwog im Gegenteil die Dephosphorylierung über die Phosphorylierung wie unter anoxydativen Bedingungen. Auch auf die Phosphorylierungsprozesse mit organischen Säuren, wie Bernsteinsäure und Milchsäure, als Substraten hatte Kohlendioxyd einen maßgeblichen Einfluß. In diesen Ergebnissen kommt zum Ausdruck, daß auch die Verwertung organischer Substrate durch autotroph gewachsene Zellen von *Hydrogenomonas* einen verdeckt CO_2-assimilatorischen Charakter hat. Es ist zu vermuten, daß der heterotrophe Stoffwechsel von *Hydrogenomonas* dem Typus nahesteht, der bei den Athiorhodaceae verwirklicht ist. Vielleicht steht CO_2 nicht nur am Anfang oder am Ende von Stoffwechselprozessen, sondern spielt die Rolle eines maßgeblichen Intermediärkörpers. Die von anderen Autoren gelegentlich der Untersuchung der Methylenblaureduktion[2]) und der O_2-Aufnahme[3]) durch Mikroorganismen erhobenen Befunde über den Einfluß des Kohlendioxyds deuten ebenfalls darauf hin.

Entsprechende Befunde lassen sich nicht nur an Zellen gewinnen, die vorher an Speichersubstanzen und energiereichen Phosphatverbindungen verarmt wurden, sondern auch an frisch geernteten Organismen. Schüttelt man diese unter Luft, so bleibt der Spiegel des direkt bestimmbaren Phosphats über viele Stunden weitgehend erhalten, solange noch Speicherstoffe und Sauerstoff zur Verfügung stehen. Unter Umständen sinkt der Spiegel am Anfang sogar etwas ab, damit anzeigend, daß Phosphorylierungsprozesse infolge gesteigerter oxydativer Leistungen überwiegen. Werden die Zellen hingegen von Anfang an in Gefäßen geschüttelt, die zum Zwecke der CO_2-Absorption KOH im Zentralgefäß enthalten, so nimmt das direkt bestimmbare Phosphat fortwährend zu, worin das Überwiegen dephosphorylierender Prozesse über phosphorylierende zum Ausdruck kommt. Der Versuch zeigt, daß bei diesem Organismus Kohlendioxyd eine entscheidende Rolle spielt, selbst für die Verwertung der bei der Veratmung der Speichersubstanzen freiwerdenden Energie. Analoge Versuchsanstellungen an anderen autotrophen Organismen (*Chlorella pyrenoidosa, Rhodospirillum rubrum*) wiesen auf dasselbe Verhalten. Hingegen verliefen bei Hefe die Kurven, die in Experimenten mit und ohne KOH gewonnen wurden, völlig kongruent.

Da der Phosphatstoffwechsel mit den verschiedensten Stoffumsetzungen der Zelle sowie dem Energiehaushalt aufs engste verknüpft ist, erscheint dieser einfache Versuch geeignet, nachzuprüfen, ob Kohlendioxyd im Stoffwechsel eines Organismus eine maßgebliche Rolle spielt oder nicht. Daß nach dieser Methode die oft minimale heterotrophe CO_2-Fixierung in der überwiegenden Zahl der Fälle kaum erfaßt werden kann, sei nur kurz erwähnt.

Die Phosphatbestimmung ist methodisch äußerst einfach. Zur Vermeidung der CO_2-Retention im Suspensionsmedium ist ein genügend tiefes p_H (< 5) zu wählen.

Institut für Kulturpflanzenforschung in Gatersleben der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

H. G. Schlegel.

Eingegangen am 26. Januar 1955.

[1]) Schlegel, H. G.: Arch. Mikrobiol. **21**, 127 (1954).
[2]) Hes, J. W.: Nature [London] **141**, 647 (1938).
Gest, H., u. J. L. Stokes: Antonie van Leeuwenhoek **18**, 55 (1952).
[3]) Harris, J. O.: J. Bacteriol. **67**, 476 (1954).

Die Bedeutung wurzeleigener Hemmstoffe für das Wurzelwachstum.

Der Einfluß der Auxine auf das Wurzelwachstum setzt sich aus zwei kausal verschiedenen Wirkungen, einer fördernden und einer hemmenden, zusammen[1]),[2]),[3]). Der unmittelbare Regulator des Wurzelwachstums ist jedoch nach Audus und Shipton[1]), Street[4]) nicht Auxin, sondern ein unbekannter Hemmfaktor [vgl. Burströms[2]) „Factor X"]. Nach Audus und Shipton wirkt Auxin in geringer Konzentration als Antagonist zu diesem Faktor (= Förderung), in höherer Konzentration setzt eine andere (hemmende) Auxinwirkung ein, die der fördernden Auxinwirkung im Sproß vergleichbar sei. Für die Gegensätzlichkeit der letzteren Auxinwirkung in Sproß und Wurzel fehlt zur Zeit jede Erklärung[5]). — Die Streckung von Knospen ist von der Auxinkonzentration ähnlich abhängig wie die Streckung der Wurzel. Sie wird von einem Hemmstoff („Korrelationshemmstoff") reguliert[6]),[7]). Dieser entsteht nach Libbert[7b,c]) unter Auxineinwirkung aus einer Hemmstoffvorstufe, die in der Wurzel entsteht und in den Sproß wandert. Wenn sich nachweisen läßt, daß die für den Sproß nachgewiesene, auxininduzierte Umwandlung Vorstufe → Hemmstoff auch in der Wurzel erfolgt und der Hemmstoff regulierend in das Wurzelwachstum eingreift (= unbekannter Hemmfaktor, s. oben), ergibt sich eine neue Vorstellung für das Wurzelwachstum.

Pisum-Wurzeln (Gewächshaus) wurden entweder auxinarm gemacht (Dekapitation und Entknospung der Sprosse) oder mit Auxin angereichert (Applikation 0,2%iger IES-Paste auf den dekapitierten Sproß). Nach 6 Tagen (Versuch 1) bzw. 30 Std (Versuch 2, 3) wurden die Wurzeln mit Äther extrahiert. Aus dem Extrakt wurden alle sauren Substanzen (also alles Auxin!) abgetrennt und verworfen. [Der „Korrelationshemmstoff" reagiert neutral[7b,c])]. Der Hemmstoff wurde dann in wäßriger Lösung im kurzzeitigen (13 Std) Keimungstest mit *Lepidium* [der „Korrelationshemmstoff" wirkt keimungshemmend[7b])] bzw. im variierten Kressewurzeltest geprüft (Tabelle 1).

Die auxinreichen Wurzeln enthalten also mehr neutralen Hemmstoff als die auxinarmen Wurzeln, und der Hemmstoff wirkt wurzelwachstumshemmend. Ich stelle folgende Hypothese zur Diskussion: *Das Wurzelwachstum wird unmittelbar*

Tabelle 1. *Wirksamkeit der neutralen Hemmstoffe aus auxinarmen und auxinreichen Wurzeln.* Konzentration: 3/1.

Versuch	Extrahiertes Material	Zahl der Testobjekte	Keimung (Versuch 1, 2) bzw. Wurzelwachstum (Versuch 3)	P
1	Aqua dest.	100	64 %	
	Auxinarme Wurzeln	100	50 %	$=0{,}0035$
	Normale Wurzeln .	100	30 %	
2	Aqua dest.	200	70 %	
	Auxinarme Wurzeln	200	57 %	$<0{,}0002$
	Auxinreiche Wurzeln	200	37 %	
3	Aqua dest.	30	17,0 ± 0,33 mm	
	Auxinarme Wurzeln	30	12,5 ± 0,23 mm	$<0{,}0002$
	Auxinreiche Wurzeln	30	10,7 ± 0,19 mm	

reguliert von einem (ätherextrahierbaren) *Hemmstoff*, der von Auxin in doppelter Weise beeinflußt wird: 1. *Schwache Auxinkonzentrationen wirken als Hemmstoffantagonisten*, also fördernd. 2. *Stärkere Auxinkonzentrationen bedingen die Hemmstoffentstehung aus seiner (in der Wurzel gebildeten) Vorstufe*, wirken also hemmend. Der Hemmstoff greift überall dort als unmittelbarer Regulator in Wachstumsvorgänge ein, wo seine relative Konzentration (d.h. das Verhältnis Hemmstoff-/Auxin-Konzentration) bzw. die seiner Vorstufe dazu hoch genug ist. Das ist in ruhenden Knospen durch deren niedere Auxinkonzentration, in Wurzeln durch die dortige hohe Konzentration an Hemmstoffvorstufe der Fall.

Über die Entstehung des Hemmstoffes aus seiner Vorstufe besteht noch keine Klarheit, es wird an eine chemische Bindung Auxin-Hemmstoffvorstufe [etwa ähnlich wie bei dem „inaktiven Wuchsstoff", vgl. POHL[8]] gedacht. Der „Korrelationshemmstoff" ist nicht identisch mit einem der von VOGT[9]) aus Wurzeln extrahierten Hemmstoffe, denn er ist im Unterschied zu diesen sehr gut ätherlöslich und H_2O_2-labil, übrigens auch labil gegen Säuren und Alkalien.

Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Institut für Botanik der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität, Berlin.

E. LIBBERT.

Eingegangen am 10. Februar 1955.

[1]) AUDUS, L. J., u. M. E. SHIPTON: Physiol. Plantarum **5**, 430 (1952).
[2]) BURSTRÖM, H.: Physiol. Plantarum **7**, 548 (1954).
[3]) POHL, R., u. G. OCHS: Naturwiss. **40**, 24 (1953).
[4]) STREET, H. E.: Physiol. Plantarum **7**, 212 (1954).
[5]) POHL, R.: Naturwiss. **41**, 392 (1954).
[6]) SNOW, R.: New Phytologist **36**, 23 (1937).
[7]) LIBBERT, E.: (a) Flora [Jena] **141**, 271 (1954). – (b) Planta **44**, 286 (1954). – (c) Planta **45**, 68 (1955).
[8]) POHL, R.: Naturwiss. **39**, 1 (1952).
[9]) VOGT, I.: Planta **40**, 145 (1951).

Die Wurzel als Bildungsstätte für Cumarine.

Nachdem für einige Pflanzen die Wurzel als Hauptbildungsstätte[1]) von Alkaloiden erkannt war, beobachteten wir, daß diese Wurzelstoffe die Ursache dafür sein können, daß nicht Alkaloid führender Reiser auf Alkaloid produzierender Unterlage sich unter Umständen schlecht entwickeln[2]). Pfropfungen von Leguminosen auf Cumarin führender Unterlage (Melilotus) zeigten ebenfalls auffällige Störungen der Reiser und ließen vermuten, daß auch Cumarine in der Wurzel entstehen und von dort her dem Sproß zugeleitet werden können. Dies erschien uns von besonderer Bedeutung, da einige Cumarine physiologisch aktiv sind und Einfluß auf Keimung und Wachstum haben[3]). Das häufige und mengenmäßige beachtliche Vorkommen von Cumarinen in Wurzeln schien diese Vorstellung einer Bildung in der Wurzel zu stützen. Ganz besonders aber sprach dafür der Nachweis von Cumarinen in Blutungssäften[4]). Eine Entscheidung konnte allein die Kultur isolierter Wurzeln unter sterilen Bedingungen herbeiführen. Zu diesem Zweck wurden Klone von Wurzeln von Atropa bella-donna herangezogen und ein Jahr lang in geeigneter Nährlösung gehalten, wobei etwa monatlich Wurzelspitzen abgeschnitten und in neue Nährlösung übertragen wurden. Damit dürften die Voraussetzungen gegeben sein, die in der Wurzel anzutreffenden Stoffe der Menge nach als praktisch neugebildet zu betrachten. Für die hier zu beschreibenden Versuche wurden von Klon I 90 Wurzelspitzen, von Klon II 70 Spitzen so zur Entwicklung gebracht, daß in jedem Kulturkolben zwei Wurzeln 40 ml Nährlösung (White II abgeändert nach MANRIQUE und MORENO 1951)[5]) zur Verfügung hatten. Das Wachstum war üppig; die Wurzeln machten noch nach 29 bzw. 56 Tagen einen gesunden Eindruck. Ihre Farbe war weiß, Wurzelhaare waren gut ausgebildet. Diese Wurzeln wurden nach Absaugen der Nährlösung und Nachwaschen getrocknet. Nach Spaltung der Glykoside mittels Säure und Nachtrocknen der Wurzeln wurde sie mit Chloroform solange extrahiert, bis sich im Ablaufenden keine Fluoreszenz mehr zeigte. Nach Abdestillieren des Lösungsmittels wurde der Trockenrückstand mit 96% Äthanol aufgenommen und auf zungenartigen Papierstreifen mit Butanol-Ammoniak aufsteigend chromatographiert. Zur quantitativen Bestimmung wurden die im Fluoreszenzlicht aufleuchtenden Zonen extrahiert. Das Eluat wurde im PULFRICH-Photometer mit Fluoreszenzaufsatz photometriert.

Es ergab sich, daß die Wurzeln beider Klone erhebliche Mengen von Scopoletin (6-Methoxy-7-oxy-cumarin) und Umbelliferon (7-Oxy-cumarin) enthielten, jedes in besonders großen Konzentrationen. Die entsprechende Untersuchung der Nährlösung ergab, daß das 9- bis 5fache des in den Wurzeln vorhandenen Scopoletins in das Medium ausgeschieden war. Umbelliferon wurde nicht nachweisbar sezerniert. Damit ist erwiesen, daß Cumarine von Wurzeln aus Kohlenhydraten als einziger der Menge nach in Betracht kommender C-Quelle gebildet werden können. Es bleibt offen, wie weit diese Stoffe in situ glykosidisch gebunden sind und ob sie in der Wurzel eine *bevorzugte* Bildungsstätte besitzen. Damit reihen sich neben Alkaloiden, Allantoin[6]) und Citrullin[7]) Cumarine als Produkte der Wurzeltätigkeit ein. Ob diese ungemein weit verbreiteten Phenylpropanderivate in der Wurzel oder im Sproß, in den sie zum Teil abwandern, besondere Funktion haben, bedarf weiterer Untersuchungen.

Wir danken Fräulein EVA ENGELBRECHT für die mit großer Sorgfalt durchgeführte Kultur dieser Wurzeln.

Institut für Kulturpflanzenforschung, Gatersleben, und Pharmazeutisches Institut, Halle.

K. MOTHES und H. KALA.

Eingegangen am 26. Februar 1955.

[1]) MOTHES, K., u. K. HIEKE: Naturwiss. **31**, 17 (1943).
[2]) MOTHES, K., u. A. ROMEIKE: Flora **142**, 110 (1954).
[3]) ANDREAE, W. A.: Nature [London] **170**, 83 (1952). — BURSTRÖM, H.: Physiol. Plantarum [Kopenh.] **7**, 548 (1954).
[4]) WOLFFGANG, H., u. K. MOTHES: Naturwiss. **40**, 606 (1953).
[5]) MANRIQUE, J. B. A., u. C. L. MORENO: Farmacognosia Anales **11**, 259 (1951).
[6]) MOTHES, K., u. L. ENGELBRECHT: Flora **139**, 586 (1952); **141**, 356 (1954). — ENGELBRECHT, L.: Flora **141**, 501 (1954); **142**, 25 (1954).
[7]) REUTER, G., u. H. WOLFFGANG: Flora **142**, 146 (1954).

Cancerogene Wirkung von Anthracen.

Allgemeine Überlegungen über die Ätiologie des Krebses[1]) veranlaßten uns, nach *schwach* wirksamen Cancerogenen zu suchen. Als Beispiele wählten wir das Anthracen und das Naphthalin. Diese beiden Substanzen werden als *nicht* cancerogen angesehen. Nach der praktisch bewährten „Elektronentheorie" für die krebserzeugende Wirksamkeit aromatischer Kohlenwasserstoffe[2]) sind indessen nur quantitative, aber keine prinzipiellen Wirkungsunterschiede vorstellbar.

Die cancerogene Wirksamkeit einer Substanz ist durch drei verschiedene Meßgrößen erkennbar, nämlich durch die Ausbeute an Tumoren, durch die Höhe der benötigten Dosis und durch die Länge der Latenzzeit. Bei den höheren aromatischen Kohlenwasserstoffen ist die Löslichkeit in Körperflüssigkeiten extrem gering und die Dosierbarkeit damit eng begrenzt. Deshalb war zu erwarten, daß die einzelnen Substanzen dieser Reihe sich in erster Linie durch die Länge der Latenzzeit bei der Krebserzeugung unterscheiden. Bei schwachen Cancerogenen muß also mit sehr langen Zeiten gerechnet werden, so daß die Manifestation des Krebses von der Größe der Lebenserwartung abhängen kann[3]). Die mittlere Lebenserwartung der in diesen Versuchen benutzten Ratten unserer erbreinen Stämme BD I und BD III beträgt etwa 750 bis 800 Tage, ist also ungewöhnlich hoch.

Die Versuche mit *Naphthalin* blieben sowohl nach oraler Gabe an 28 Ratten bis zu einer Gesamtdosis von 10 g je Ratte als auch nach subkutaner Injektion bei einer Gesamtdosis von 0,82 g an 10 Ratten völlig negativ, obwohl die Beobachtungsdauer mehr als 1000 Tage betrug.

Das verwendete reine *Anthracen*, das wir den Rütgers-Werken in Frankfurt verdanken, wurde nochmals umkristallisiert und nach Angaben von WINTERSTEIN[4]) chromatographisch gereinigt. Der Fütterungsversuch an 28 Ratten mit einer Gesamtdosis von 4,5 g je Ratte verlief negativ.

Im *Injektionsversuch* erhielten 10 Ratten wöchentlich 20 mg Anthracen in dem gleichen Öl gelöst, das auch im Versuch mit Naphthalin verwendet wurde, subkutan injiziert. Die Behandlungszeit betrug 33 Wochen, die Gesamtdosis 660 mg. 5 von 9 länger als 17 Monate lebenden Ratten entwickelten Sarkome an der Injektionsstelle*), vier davon zwischen dem 27. und 29. Monat. Im Inneren aller Tumoren fanden sich Reste des injizierten Anthracens, ferner größere Mengen an den Injektionsstellen. Das zur Lösung benutzte Öl ließ in mehreren Vergleichsversuchen und vor allem im Versuch mit Naphthalin keinerlei cancerogene Eigenschaften erkennen. Damit ist die kausale Bedeutung des Anthracens für die beobachtete Carcinogenese eindeutig.

Die außerordentlich lange Latenzzeit von 27 bis 29 Monaten ist bemerkenswert. Die Beobachtung der cancerogenen

Wirkung des Anthracens ist also nur dadurch möglich geworden, daß es gelang, die Tiere genügend lange am Leben zu halten. Der negative Ausfall des Versuchs mit Naphthalin wird demgemäß darauf bezogen, daß die hier anzunehmende noch größere Latenzzeit nicht mehr erlebt wird. Jede Zunahme der Lebenserwartung muß also dazu führen, daß nun auch die Wirkungen schwacher Cancerogene noch in den Erlebensbereich hineinfallen. Da Anthracen im Tabakteer nachgewiesen werden konnte[5]), ist damit zugleich die erste cancerogene Substanz in diesem Material identifiziert.

Eine ausführlichere Darstellung dieser Versuche wird in der „Zeitschrift für Krebsforschung" erfolgen.

Freiburg i. Br., Chirurgische Universitätsklinik.

HERMANN DRUCKREY und DIETRICH SCHMÄHL.

Eingegangen am 9. Februar 1955.

*) Die histologische Diagnose verdanken wir Herrn Professor H. HAMPERL, Bonn.

[1]) DRUCKREY, H.: Contributions to the Mechanism of Carcinogenesis. 6. Internat. Krebskongr., Sao Paulo 1954.

[2]) SCHMIDT, O.: Z. physik. Chem. **42**, 38 (1939). – Naturwiss. **29**, 146 (1941). – SVARTHOLM, U.: Ark. Kem., Mineral. Geol. **15**, 13 (1942). – DAUDEL, R., u. A. PULLMAN: C. R. Acad. Sci. **220**, 247, 599, 888; **221**, 201, 247 (1945). – PULLMAN, A., u. B. PULLMAN: Experientia [Basel] **2**, 346 (1946). – BUU-HOI, N. G. P. H.: Arch. Geschwulstforsch. **6**, 19 (1953).

[3]) DRUCKREY, H., u. K. KÜPFMÜLLER: Z. Naturforsch. **3b**, 254 (1948).

[4]) WINTERSTEIN, K., A. SCHÖN u. H. VETTER: Z. physiol. Chem. **230**, 158 (1934).

[5]) COMMINS, B. T., R. L. COOPER u. A. J. LINDSAY: Brit. J. Canc. **8**, 296 (1954).

Weitere Untersuchungen über das Auftreten von Mäuseleukämien nach Injektion von Tumorfiltraten.

In früheren Mitteilungen wurde von uns über gehäuftes Auftreten von Leukämien und Sarkomen nach der Injektion von G4-Filtraten verschiedener Mäusetumoren (S37, DMBA-Sa, Sa I) berichtet[1]),[2]). Im Hinblick auf die Entstehung von Leukämien war in unseren Versuchen vor allem das auch in Ascitesform wachsende Mäusesarkom Sa I mit über 50% positiven Resultaten in besonderem Maße wirksam[2]), während von FERD. SCHMIDT gleichzeitig über eindeutige Befunde mit Filtraten aus dem soliden EHRLICH-Carcinom berichtet wurde[3]). Die nachfolgend beschriebenen Versuche dienten in erster Linie dazu, die Möglichkeit einer zellulären Transplantation weiter auszuschließen. Es wurde zu diesem Zweck die Methode der Extraktbereitung in folgender Weise variiert.

Das unter den bereits dargestellten Bedingungen[2]) hergestellte Tumorhomogenat vom Sarkomascites wurde nach der kurzdauernden Zentrifugation bei 2500 Touren, durch die bereits die Hauptmasse (in unseren Modellversuchen 99,975 bis 99,999%) der noch unzerstörten Zellen eliminiert wird, *zweimal* hintereinander durch zwei SCHOTTsche G4-Filter geschickt, im Gegensatz zur *einmaligen* Filtration in unseren früheren Versuchen. Die Filter wurden vor jeder Aufarbeitung auf ihre Undurchlässigkeit für die in ihrem Durchmesser durchschnittlich dreifach kleineren Hefezellen (Saccharom. cerev.) erneut geprüft. Durch Modellversuche, in denen Asciteszellsuspensionen (je 20 Mill. Zellen in 20 cm³ Suspensionsflüssigkeit je Einzelansatz) verwendet wurden, konnten wir uns davon überzeugen, daß die von uns benutzten Filter für intakte Asciteszellen praktisch undurchlässig sind sowohl in physiologischen Salzlösungen als auch in der angewandten 8%igen Rohrzuckerlösung.

In den bereits mitgeteilten Versuchen *einmaliger* Filtration[2]) erzielten wir bei ~50% der behandelten Tiere Leukämien. Mit den doppelt filtrierten Homogenaten konnten wir bis jetzt 40% positive Resultate erzielen (28 Leukämien bei 67 überlebenden Tieren). Trotz der doppelten Filtration, durch die eine weitere Sicherung der Zellfreiheit der Filtrate gegeben sein dürfte, ist also keine signifikante Verminderung des Prozentsatzes an Leukämien nachweisbar. Dabei ist noch zu beachten, daß bei den Versuchen doppelter Filtration ein großer Teil der Tiere erst jetzt die 6-Monatsgrenze und damit die mittlere Latenzzeit der Leukämiegenese erreicht, so daß noch ein weiterer Anstieg des Prozentsatzes erwartet werden kann. In dieser Tatsache erblicken wir einen weiteren Beweis dafür, daß die erzielten Leukämien nicht auf im Filtrat verbliebene Zellen zurückzuführen sind, sondern der zellfreie Tumorextrakt ihre Genese bedingt.

Zur Charakterisierung der wirksamen Tumorextrakte sei vermerkt, daß diese auch keine intakten, freien Zellkerne enthalten, dafür aber an organisierten Zellbestandteilen die Hauptmassen der Mitochondrien und Mikrosomen der Zellen zuzüglich kleinerer geformter Bruchstücke der mechanisch aufgeschlossenen Kerne.

An weiteren Beobachtungen, die wir im Rahmen unserer Filtratversuche machten, seien noch folgende kurz erwähnt. Positive Resultate ergaben auch filtrierte Homogenate solider Geschwülste, also nicht nur der Ascitesform. Weiterhin konnte nachgewiesen werden, daß auch bei neugeborenen Mäusen bis zu 7 Tagen nach dem Wurf die Filtratinjektion zu Leukämien führte, der positive Erfolg also nicht unbedingt an die Applikation innerhalb von 24 Std nach der Geburt gebunden ist. Es ist außerdem von Interesse, daß wir in besonderen Versuchsansätzen auch mit viel niedrigeren Filtratdosen, als sie von uns im allgemeinen verwendet wurden, und zwar $^1/_4$ bis $^1/_8$ dieser Dosierung eindeutige Resultate erzielten (8 Leukämien bei 13 Tieren = ~60%).

Zur Zeit werden von uns Versuche durchgeführt, durch die eine weitere Charakterisierung des in den Filtraten wirksamen Faktors angestrebt wird, wobei serologische Methoden, Passageimpfungen auf bebrütete Hühnereier und Rückverimpfungen auf die Maus, fraktionierte Zentrifugation der Tumorfiltrate mit anschließendem biologischem Test der einzelnen Fraktionen sowie chemische Fraktionierungen (Nukleoproteidfällung usw.) zur Anwendung gelangen.

Institut für Medizin und Biologie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. W. FRIEDRICH), *Abteilung für Biologische Krebsforschung (Leiter: Prof. Dr.* A. GRAFFI).

F. FEY, H. BIELKA und A. GRAFFI.

Eingegangen am 21. Februar 1955.

[1]) GRAFFI, A., u. FERD. SCHMIDT: Dtsch. Gesundheitswesen **9**, 1309 (1954).

[2]) GRAFFI, A., H. BIELKA, F. FEY, F. SCHARSACH u. R. WEISS: Naturwiss. **41**, 503 (1954). — Wiener med. Wschr. **1955**, 61.

[3]) SCHMIDT, FERD.: Naturwiss. **41**, 504 (1954). — Dtsch. Gesundheitswesen **9**, 1319 (1954).

UV-Sensibilität von fortzüchtbaren Lysinen und Bakteriophagen.

Aufgabe. In früheren Veröffentlichungen haben wir verschiedene Eigenschaften der fortzüchtbaren Lysine und der Bakteriophagen gegenübergestellt[2–6]). Die folgenden Versuche sollen erweisen, ob die fortzüchtbaren Lysine eine andere Empfindlichkeit gegenüber UV-Strahlen besitzen als die typischen Bakteriophagen.

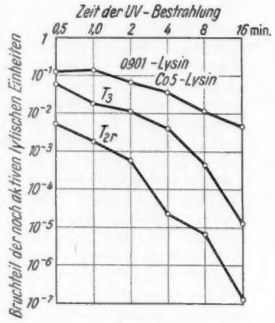


Fig. 1. Sensibilität von Lysinen und Phagen gegenüber UV-Bestrahlung.

Material. Der Typhus-O-Stamm O901 und der Coli-Stamm 5 spendeten die Lysine. Beide Stämme besitzen ein wesensgleiches, monovalentes SHIGA-Lysin (gleiche Lochform, gleiche Normaltiter, gleicher Wirtsbereich, gleicher serologischer Typ). Die Eigenschaften des O901-Lysins sind früher schon ausführlich beschrieben[2]),[3]) [5]); das Coli 5-Lysin stimmt mit anderen SHIGA-Lysinbildenden, schon bekannten Colistämmen überein (Coli 88 GILDEMEISTER und HERZBERG, E. coli von LISBONNE und CARRÈRE). Das O901-Lysin benutzte ich als „Originallysin" (Filtrat des von Agar abgeschwemmten Typhusstammes O901), das Coli 5-Lysin als „fortgezüchtetes Lysin" (Filtrat des auf SHIGA-Bakterien fortgezüchteten Lysins). Als Vergleichsobjekte dienten die kleinen Bakteriophagen T_3 und T_7 und die großen Bakteriophagen T_{2r} und T_5. Bestrahlt wurde eine Abschwemmung von Agar mit Ca-Salz-Lösung (1000 Aqua dest. + 15 mg $CaCO_3$). Als Strahlungsquelle für das inaktivierende UV-Licht wurde die HNS-12-Lampe (Osram G.m.b.H.) benutzt. Das Gesamtspektrum wirkte ohne Filterung (wesentliche Wellenlänge 2537 Å) auf das Material ein. Die Intensität betrug bei 12 cm Abstand $38 \cdot 10^3$ erg/min/cm². Nach der Bestrahlung wurde der Lysin- bzw. Phagentiter in typischer Weise im Lochtest auf der Wasserblauplatte[3]),[7]) bestimmt.

Versuchsergebnis. Das Ergebnis der ersten Versuchsgruppe in Fig. 1 gibt die Mittel aus 8 bis 10 Versuchen an. Die Ergebnisse bei dem Originallysin O901 und dem fortgezüchteten Lysin Coli 5 deckten sich, so daß sie in einer Kurve zusammen-

gefaßt werden konnten. Die Streuung um die Mittelwerte betrug im Höchstfall eine Verdünnungsstufe. Eine zweite Versuchsgruppe, in der noch die Phagen T_5 und T_7 hinzugenommen wurden, bestätigte das erste Ergebnis. Aus den „Überlebenskurven" ist abzulesen, daß die großen Phagen T_{2r} und T_5 wesentlich UV-empfindlicher sind als die kleinen Phagen T_3 und T_7. Dies stimmt mit früheren Befunden im Schrifttum überein[1],[8]). Das Originallysin und das fortgezüchtete Lysin sind gleich empfindlich; sie beide sind deutlich UV-resistenter als die kleinen Phagen. Hier muß die Feststellung genügen, daß die komplizierter gebauten großen Phagen T_{2r} und T_5 am UV-empfindlichsten sind und daß die Lysine am resistentesten sind. Mit Vorsicht darf daraus geschlossen werden, daß die lytischen Einheiten in den Lysinfiltraten wahrscheinlich noch unkomplizierter gebaut sind als die kleinen Phagen T_3 und T_7.

Herrn Dr. R. Helmke (Stipendiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft) danke ich für die technische Durchführung der Bestrahlungen und Fräulein Eva Achterberg für die Assistenz.

Abteilung für Virus- und Impfstofforschung des Robert-Koch-Institutes, Berlin (Direktor: Prof. Dr. G. Henneberg).

Hansjürgen Raettig.

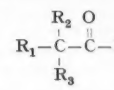
Eingegangen am 4. Februar 1955.

[1]) Dulbecco, R.: J. Bacteriol. **59**, 329 (1950). — Eckart, W.: Strahlentherap. **94**, 60 (1954).
[2]) Hannemann, G.: Naturwiss. **40**, 465 (1953).
[3]) Raettig, H.: Zbl. Bakter. I Orig. **157**, 287 (1951).
[4]) Raettig, H.: Zbl. Bakter. I Orig. **158**, 34 (1952).
[5]) Raettig, H.: Zbl. Bakter. I Orig. **158**, 473 (1952). — Naturwiss. **41**, 68 (1954). — Zbl. Bakter. I Orig. **1955**.
[6]) Raettig, H.: Zbl. Bakter. I Orig. **161**, 11 (1954).
[7]) Raettig, H., u. S. Hofmann: Zbl. Bakter. I Orig. **161**, 121 (1954).
[8]) Weidel, W.: Fortschr. Bot. **13**, 340 (1951).

Experimentelle Porphyrie durch Derivate substituierter Allylessigsäuren und Pathogenese der menschlichen akuten Porphyrie.

Durch Verfütterung von Allylisopropylacetylcarbamid (Sedormid)[1],[2]), Allylisopropylacetamid und Diallylbarbitursäure[3]) konnte bei Kaninchen eine experimentelle Porphyrie vom hepatischen Typ ausgelöst werden. Diese ist in ihren klinischen und biochemischen Symptomen (Auftreten von spastisch-paralytischen Darmerscheinungen, Lähmung der Extremitäten, exzessive Ausscheidung von Porphobilinogen und Uroporphyrin im Harn und von Koproporphyrin und Protoporphyrin in den Faeces, Bildung von Porphobilinogen, Uroporphyrin, Koproporphyrin und Protoporphyrin in der Leber u. a.) mit der menschlichen akuten Porphyrie identisch.

Auf der Suche nach dem chemischen Wirkungsprinzip dieser experimentellen Porphyrieauslösung haben wir weitere systematische Untersuchungen mit der bereits beschriebenen Methodik[2]) durchgeführt. Dabei gelang es, die für die Porphyrieauslösung wesentlichen chemischen Konstitutionsmerkmale weitgehend festzulegen. Porphyrieauslösend wirken Verbindungen der allgemeinen Formel:



wenn die Substituenten R_1, R_2, R_3 und X folgende Bedingungen erfüllen:

1.	R_1	Allyl	
2.	R_2	—H oder Alkyl	
3.	R_3	Alkyl- oder	Barbituratrest — CO—NH
4.	X	Amid-, Carbamid- oder	Barbituratrest —NH—CO

Es handelt sich also stets um Derivate α-substituierter Allylessigsäuren. Auch die Allyl- und Diallylbarbitursäuren können auf dieses Prinzip zurückgeführt werden, wenn man $R_3 + X = -CO-NH-CO-NH-$ formuliert. Ob der Barbituratrest als Ganzes die Bedingungen erfüllt oder ob er abgebaut werden muß, ist noch nicht entschieden, obwohl das letztere anzunehmen ist. Allylessigsäuren mit freier Carboxylgruppe gaben bisher keine Wirkung. Wahrscheinlich werden diese entsprechend unseren Kenntnissen über das Verhalten anderer Säureamide[4]) nicht abgebaut, sondern sehr schnell ausgeschieden.

Bisher haben sich 11 Verbindungen, die den obigen Bedingungen entsprachen, sämtlich als porphyrieauslösend erwiesen. Weitere 13 Verbindungen, bei welchen die eine oder die andere der genannten Bedingungen nicht erfüllt war, erwiesen sich als wirkungslos. So z. B. Acetamide, Acetyl-Carbamide und alkylsubstituierte Barbitursäuren, welche statt der Allylgruppe Alkyl- oder β-bromallyl- enthielten, und Allylessigsäurederivate, die in α-Stellung nicht substituiert waren. Der formulierte Konstitutionstyp scheint also wohl definiert.

Der biochemische Syntheseweg der Porphyrine ist durch neuere Arbeiten[5]) weitgehend aufgeklärt. Er zweigt vom Tricarbonsäurezyklus beim Succinyl-CoA durch Kondensation desselben mit Glykokoll zu δ-Aminolaevulinsäure ab und führt über das Porphobilinogen zu Uroporphyrin, Protoporphyrin und Koproporphyrin. Auf Grund dieser Kenntnisse möchten wir für den Wirkungsmechanismus des hier definierten porphyrieauslösenden Verbindungstyps folgende Hypothese zur Diskussion stellen: *Wir nehmen an, daß die porphyrieauslösenden Verbindungen unter Verlust eines C-Atoms der Allylgruppe zu α-alkylierten Succinyl-CoA-Verbindungen abgebaut werden.*

Ob dieser Übergang, der biochemisch noch nicht erforscht ist, durch Wasseranlagerung und Carboxylierung zu den um ein C-Atom reicheren β-Oxycarbonsäuren und von da durch β-Oxydation zu den Succinylverbindungen führt oder ob der Abbau auf einem direkteren Wege erfolgt, ist noch zu klären. Die Umkehrung der oben erwähnten Carboxylierung ist am Beispiel des Übergangs der Propionsäuregruppen der Porphyrine in die Vinylgruppen biochemisch verifiziert. Ferner ist aus der Pharmakologie bekannt, daß Allylverbindungen ganz besonders schnell und leicht im Körper abgebaut werden.

Die Auslösung der experimentellen Porphyrie erfolgt dann durch Blockierung des Abbaues des Succinyl-CoA zu Bernsteinsäuren infolge kompetitiver Hemmung durch die strukturanalogen α-alkylierten Succinyl-CoA-Verbindungen. Die Bildung der δ-Aminolaevulinsäure ist eine infolge der Anhäufung von Succinyl-CoA stattfindende Ausweichreaktion, welche zu Porphobilinogen und von diesem aus zu Uro-, Proto- und Koproporphyrin führt.

I. Medizinische Klinik und Laboratorium der II. Medizinischen Klinik der Universität, München.

Walther Stich und Peter Decker.

Eingegangen am 9. Februar 1955.

[1]) Schmid, R., u. S. Schwartz: Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med. **81**, 685 (1952).
[2]) Stich, W.: Verh. dtsch. Ges. inn. Med. **1954**.
[3]) Goldberg, A.: IV. Kongr. Europ. Haematol. Ges. 1953.
[4]) Flaschenträger, B.: Z. physiol. Chem. **240**, 19 (1936); **256**, 71 (1938). — Bernhard, K.: Z. physiol. Chem. **246**, 133 (1937).
[5]) Shemin, D., u. Ch. S. Russel: J. Amer. Chem. Soc. **75**, 4873 (1953). — Shemin, D., u. S. Kumin: J. of Biol. Chem. **198**, 827 (1952). — Cookson, G. H., u. C. Rimington: Nature [London] **171**, 875 (1953). — Falk, J. E., E. J. B. Dresel u. C. Rimington: Nature [London] **172**, 292 (1953). — Neuberger, A., u. J. J. Scott: Nature [London] **172**, 1093 (1953).

Zur Frage der postmortalen Reaktionsfähigkeit des kontraktilen Mechanismus der Muskulatur.

Es ist bekannt, daß in der lebenden Muskelfaser, im Spermienschwanz und ganz allgemein in Zellen und Zellteilen definierte Bewegungen bei Vorliegen geeigneter Bedingungen letztlich unter Beteiligung von Adenosintriphosphat (ATP), als für diese Vorgänge energieliefernde Substanz, zustande kommen. Diese Bewegungen beruhen meistens auf kontraktilen Vorgängen; den kontraktilen Mechanismus liefern in erster Linie hochorganisierte fibrilläre Proteine. Diese Proteine, wie Myosin bzw. Actomyosin oder Spermosin[1]), dürften die Träger des wesentlichen Teiles der in Erscheinung tretenden Adenosintriphosphatase-Aktivität sein. Da nach dem Tode meist autolysierende und bakterielle Vorgänge das Gewebe in hohem Maße verändern, mag es speziell für den Mediziner und Biologen von Interesse sein, die Stabilität der Gewebekomponenten, wie sie unter anderem auch durch Reaktionsfähigkeit des kontraktilen Mechanismus angezeigt wird, diesen Angriffen gegenüber zu kennen.

Durch Marsh wurde gezeigt, daß ATP-Zusatz auf die Faserbruchstücke von in 0,16 m KCl-Lösung homogenisierten frischen Muskelfasern bei Unwirksamkeit des inzwischen als Myokinase identifizierten Marsh-Bendall-Faktors[2]) eine irreversible Kontraktion auslösen kann[3]). Bei der Nachprüfung der Frage, ob der diesen Ereignissen zugrunde liegende Mechanismus im Muskel auch lange Zeit post mortem erhalten bleibt, konnten Beobachtungen gemacht werden, die recht interessante Folgerungen zulassen. Der mikrobielle Verderb der vor 104 Tagen aus lebendem Muskel hergestellten Proben

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 1—3. Homogenatteilchen mit einem relativ großen Muskelfaserfragment in der Mitte in 0,16 m KCl-Lösung von Karpfenmuskelbrei, der 104 Tage post mortem bei —3,5° C gelagert wurde (Panphot, Phasenkontrast, Vergr. 165mal). Fig. 1. Vor dem ATP-Zusatz. Fig. 2. ~2,5 min nach ATP-Zusatz. Fig. 3. ~5 min nach ATP-Zusatz.

wurde durch Lagerung bei — 3,5° C stark herabgemindert. In Fig. 1 ist ein verhältnismäßig großes Muskelfaserfragment aus so gelagertem Karpfenmuskelbrei zu sehen. Nach ATP-Zusatz tritt eine starke Kontraktion ein (Fig. 2); der Kontraktionsvorgang, der im Versuch nach ~5 min abgeschlossen war (Fig. 3), führt zu einer Verdoppelung der Faserdicke bei gleichzeitiger Verkürzung auf ~$^1/_3$ der ursprünglichen Faserlänge.

Auch bei äußerlich sichtbarem starkem Bakterienbefall wurde in größeren Faserfragmenten eine ähnlich große Kontraktionsfähigkeit gefunden. Bei Faserteilchen der gleichen Homogenate, deren Struktur zerstört war, wie auch der optische Befund erkennen ließ, trat nur noch geringgradige oder überhaupt keine Kontraktion auf. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit dem Aktivitätsverhalten der Apyrasesysteme der Proben, worüber an anderer Stelle ausführlich berichtet wird.

Es hat sich somit ergeben, daß die Reaktionsfähigkeit des durch fibrilläre Eiweiße in den Muskelfasern gebildeten kontraktilen Mechanismus gegenüber ATP nach dem Tode außerordentlich stabil ist. Daraus darf wohl auf ihre Strukturerhaltung geschlossen werden. Wir möchten vorerst folgern, daß postmortale enzymatische Angriffe in der Regel zunächst die übrigen Komponenten des Muskelgewebes erfassen, wodurch die von uns histologisch ermittelten Befunde bestätigt werden[4]). Die hier benutzte Methode wird unter Umständen in abgewandelter Form bei weiteren Versuchen fermentativer Art nützlich sein können.

Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe.

W. Partmann.

Eingegangen am 3. Februar 1955.

[1]) Nelson, L.: Biochim. et Biophys. Acta (Amsterd.) **14**, 312 (1954).

[2]) Bendall, J. R.: Proc. Roy. Soc. [London], Ser. B **142**, 409 (1954).

[3]) Marsh, B. B.: Biochim. et Biophys. Acta (Amsterd.) **9**, 247 (1952).

[4]) Partmann, W., u. N. Maltschewsky: Z. Lebensmittelunters. **93**, 121 (1951).

Besprechungen.

Geotektonische Forschungen, herausgeg. von H. Stille u. F. Lotze. Doppelh. 9/10: Zur germanotypen Tektonik IV (Osningtektonik I). Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung 1953. Preis DM 35.—.

Das Wiedererscheinen der „Geotektonischen Forschungen", einer Zeitschrift von unumstrittener Bedeutung für die Erforschung saxonischer Tektonik und darüberhinaus der regionalen und vergleichenden Tektonik der Erde, ist als dankenswerte Leistung der E. Schweizerbartschen Verlagsbuchhandlung zu bezeichnen. Diese Weiterführung einer für die Entwicklung tektonischer Forschung bedeutsamen Tradition, die ja an die vor fast 30 Jahren erstmalig erschienenen Göttinger Beiträge zur saxonischen Tektonik anknüpft, fand erfreulicherweise Unterstützung durch eine Druckbeihilfe seitens der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Das vorliegende Heft 9/10 ist der saxonischen Tektonik im Nordwestabschnitt des Osning gewidmet. Nach einem einleitenden Rückblick auf die Osningforschung aus der Feder H. Stilles bringt ein Beitrag von Lotze: „Die Tektonik der Oberkreidezone bei Lengerich" eine kleintektonische Analyse der Bewegungsvorgänge innerhalb der Aufrichtungszone des Osning-Südhanges auf der Grundlage feinstratigraphischer Aufnahmen, die ihre Bestätigung durch Untersuchungen von Nienhaus („Tektonik zwischen Osnabrück und Osning") und Thamm („Tektonische Beobachtungen im Raum um Hasbergen") findet. Einem primären Pressungsvorgang mit antiherzynischen Hauptdruckkomponenten folgt ein Zerrungsakt mit rheinischen *und* antiherzynischen Druckkomponenten, der mit einer (eventuell auch auf Salzauftrieb zurückzuführenden) Aufwölbung im Bereich der „Osnabrücker Rundlinge" (Nienhaus) einhergeht.

Die Osning-Überschiebungstektonik ist allem Anschein nach auf das mesozoische Deckgebirge beschränkt und betrifft den paläozoischen Unterbau nicht; jedenfalls erweist ein Beitrag von Keller („Der Schafberg bei Ibbenbüren und sein Verhältnis zur Osning-Tektonik") die auch für die übrigen paläozoischen Aufragungen um Osnabrück zutreffende Horstnatur des Schafberges, dessen rechtsinnige Verwerfungssysteme im Gegensatz zum Überschiebungsbau der Zone Hof Raberg/Wieck vor seinem Südostende stehen. Dort ist nach Keller die Fortsetzung der eigentlichen Osningachse zu suchen, die somit in diesem Abschnitt des Osning nicht mit der Scheitellinie von Aufragungen der jeweils ältesten stratigraphischen Schichtglieder zusammenfällt.

In den eigenartigen, von Nienhaus geforderten und durch nachträgliche Bohrungen bestätigten „Abscherungsdecken" des Heid- und Jäger-Berges südlich des Hüggel sieht Lotze („Zur Tektonik des Silberbergkomplexes") das Ergebnis einer Verquickung von Salinartektonik und Osning-Überschiebungsphänomenen. Daß hier noch manches Problem der Lösung harrt, wird nicht zuletzt durch seinen Beitrag („Einige Probleme der Osning-Tektonik") bekundet. Von ausschlaggebender Bedeutung ist jedenfalls die Auffassung der Osning-Tektonik als einer Schollenrandtektonik an der Grenze zweier Großschollen mit unterschiedlicher räumlicher Bewegungstendenz — eine Vorstellung, die zwanglos die Vielfalt der Bauformen und den mehrfachen Wechsel der Beanspruchungspläne erklärt.

Diese Besprechung wäre nicht vollständig, würde sie nur die gewiß überwiegenden positiven Gesichtspunkte hervorheben. So muß vor allem vor einer allzu großzügigen Übertragung von Beanspruchungsplänen aus der kleintektonischen Dimension auf den großräumigen Bewegungsablauf gewarnt werden. Der Zusammenhang zwischen regionalem Kräfteplan und kleintektonischer Verformung ist keineswegs so einfach, daß kleintektonischen Pressungsformen stets regionale Einengung — kleintektonischen Zerrungsformen hingegen eine regionale Dehnung entspricht. So treten beispielsweise an ein und derselben Bauform, einer Deckgebirgsflexur über einer steilen Verwerfung im Grundgebirge, gleichzeitig im Hangendschenkel Zerrungs- und im Liegendschenkel Pressungsformen auf, ohne daß sich der horizontale Abstand beider durch die gennante Verwerfung getrennten Schollen ändert.

Dieser Hinweis erscheint notwendig, um einer eventuellen Diskriminierung der für die tektonische Forschung so wichtigen kleintektonischen Methode zu begegnen. Er wendet sich

nicht gegen den kleintektonischen Aufnahmebefund, sondern lediglich gegen unzulässige Verallgemeinerungen bei seiner Ausdeutung. Daß das vorliegende Heft der Geotektonischen Forschungen ganz allgemein Deutungen nur mit gebührender Vorsicht vermittelt und weitaus mehr Analyse als Synthese enthält, kann beim derzeitigen Stand tektonischer Grundlagenforschung nur als überaus erfreuliche Tatsache gewertet werden. H. G. WUNDERLICH (Göttingen).

A Bibliography on Meteorites. Herausgeber HARRISON BROWN, Mitherausgeber GUNNAR KULLERND und WALTER NICHIPORUK. Chicago: The University of Chicago Press 1953. VIII u. 686 S. Geb. $ 10.—.

Die Literatur über Meteoriten erscheint leider immer noch in sehr vielen und verschiedenartigen Publikationsorganen, die oft von nur regionaler, beschränkter Verbreitung sind oder die nur recht gelegentlich über diese Körper berichten. Es ist deshalb für alle, die sich mit Meteoriten wissenschaftlich beschäftigen, recht schwierig und nur mit unverhältnismäßig großem Zeit- und Geldaufwand möglich, sich einigermaßen vollständig auf dem Laufenden zu halten, und sie begrüßen es sehr, wenn ihnen diese Arbeit abgenommen oder mindestens sehr erleichtert wird. E. A. WÜLFINGs Werk „Die Meteoriten in Sammlungen und ihre Literatur, nebst einem Versuch, den Tauschwert der Meteoriten zu bestimmen", das 1897 erschien, war wohl der erste Versuch, eine einigermaßen vollständige Bibliographie der Meteoriten zu schaffen. In den „Fortschritten der Meteoritenkunde" von BERWERTH und MICHEL wurde diese Literatursammlung bis 1921 fortgesetzt. Seitdem hat sich die Literatur gewaltig vermehrt, und die Meteoritenforscher sind dem Herausgeber der oben angegebenen Bibliographie, seinen Mitherausgebern und Mitarbeitern sehr zu Dank verpflichtet, daß sie die mühselige Arbeit auf sich genommen haben, die Literatur von 1491 bis 1952 zusammenzustellen. Diese Literaturzitate wurden 1068 Zeitschriften und Zeitungen und 840 Büchern und Broschüren entnommen, ihre Zahl beträgt ungefähr 8600. Den 571 Seiten mit den Literaturangaben folgt ein Autorenindex von 74 Seiten, der sich als recht praktisch für den Gebrauch erweist. Ihm kann man entnehmen, daß ST. MEUNIER mit 162 Titeln die erste Stelle in Bezug auf die Zahl der Veröffentlichungen einnimmt.

Der Herausgeber stellt im Vorwort selbst fest, daß die Bibliographie noch keinesfalls vollständig ist. Stichproben zeigten, daß in der Tat noch Unvollständigkeiten, Irrtümer und Druckfehler vorhanden sind, die sich in erträglichen Grenzen halten und die bei einem solchen Buche wohl nie ganz zu vermeiden sind.

Da auch das Buchtechnische des Werkes sehr gut ist und der Preis von 10 $ angemessen erscheint, kann die Bibliographie allen Interessenten nur sehr empfohlen werden.

F. HEIDE (Jena).

Experimental Nuclear Physics. Herausgeg. von E. SEGRÈ. Bd. 1 (IX, 789 S.) von J. ASHKIN, K. T. BAINBRIDGE, H. A. BETHE, N. F. RAMSEY und H. H. STAUB. $ 15.—.

Bd. 2 (VIII, 600 S. u. 117 Fig.) von P. MORRISON und B. T. FELD. New York: John Wiley & Sons, Inc.; London: Chapman & Hall 1953. $ 12.—.

Bei der raschen Entwicklung der Kernphysik in den letzten Jahren wurde das Bedürfnis nach einem ausführlichen Handbuch über dieses Gebiet immer stärker. Es ist daher sehr erfreulich, daß unter der Redaktion von SEGRÈ ein Werk entstanden ist, das in einer für die Bedürfnisse eines Kernphysikers hinreichenden Breite das weite Gebiet der experimentellen Kernphysik behandelt. Ob alle Teilgebiete gleichmäßig erfaßt sind, wird sich erst sagen lassen, wenn auch der dritte Band erschienen ist.

Der erste der beiden vorliegenden Bände beginnt mit einer Darstellung von H. H. STAUB über Nachweismethoden. Zunächst werden die Grundprinzipien der einzelnen Geräte ausführlich beschrieben. Besonders nützlich erscheint die eingehende Behandlung der Bewegung von Ionen und Elektronen in Gasen, denn nur deren genaue Kenntnis erlaubt es dem Experimentalphysiker, seine aus Ionisierungsmessungen gewonnenen Ergebnisse richtig auszuwerten. Die nachfolgenden Kapitel über elektrische Instrumente und über Konstruktionen und Betriebsmethoden bringen eine Fülle von praktisch wichtigen Einzelheiten. — Der zweite Teil von H. A. BETHE und J. ASHKIN über den Durchgang von Strahlungen durch Materie gibt eine ausgezeichnete und erschöpfende Übersicht über dieses für den Experimentalphysiker wichtige Gebiet. Für den praktischen Gebrauch sind besonders die zahlreichen Diagramme von großem Nutzen. — Der dritte Teil von N. F. RAMSAY behandelt Kernmomente und Statistik. Notwendigerweise stehen in diesem Teil theoretische Überlegungen stark im Vordergrund. An manchen Stellen würde man ein etwas ausführlicheres Eingehen auf die experimentellen Methoden begrüßen. Das experimentell gewonnene Material ist in mehreren Tabellen übersichtlich zusammengestellt. — Auch der vierte Teil vom gleichen Verf. über kernphysikalische Zweikörperprobleme und Elemente der Kernstruktur ist weitgehend theoretisch orientiert. Hier wird in erster Linie die Wechselwirkung der elementarsten Kerne, Neutron und Proton, miteinander behandelt, dann wird eine Theorie der Kernkräfte gegeben. Am Schluß werden kurz schwere Kerne, insbesondere das Schalenmodell besprochen. — Der letzte, fünfte Teil des ersten Bandes von K. T. BAINBRIDGE behandelt Dynamik und Optik geladener Teilchen, relative Isotopenhäufigkeit der Elemente und Atommassen. In den ersten beiden Abschnitten werden die Massenspektrographen als ionenoptische Geräte beschrieben. In den beiden folgenden Abschnitten sind ihre praktischen Ausführungen als Instrumente zur Messung von Isotopenhäufigkeiten und von Isotopenmassen ausführlich dargestellt. Am Schluß bringen Tabellen das gesamte experimentell bekannte Material. Als wertvolle Ergänzung zu den massenspektroskopischen Daten ist auch eine Tabelle sämtlicher bekannter Q-Werte (Reaktionsenergien) vorhanden.

Der zweite Band enthält in Teil VI eine Übersicht von P. MORRISON über Kernreaktionen. Unter anderem sind hier die Breiten der Kernniveaus und der Verlauf der Wirkungsquerschnitte für die einzelnen Reaktionsarten ausführlich beschrieben. Anschließend werden die typischen Reaktionen im einzelnen behandelt; insbesondere ist der Kernspaltung und den Kernreaktionen bei hohen Energien je ein eigener Abschnitt gewidmet. Gelegentlich kommen in dem sonst klar geschriebenen Teil sinnstörende Fehler vor; so ist die Reaktion beim Beschuß von Li^7 mit Protonen mäßiger Energie als Li^7 (p, p') Li^{7*} bezeichnet. — In dem folgenden siebten Teil, welcher zwei Drittel des zweiten Bandes füllt, behandelt B. T. FELD das Neutron. Nach einem Abschnitt über die grundlegenden Eigenschaften dieses Teilchens wird seine Wechselwirkung mit Kernen behandelt. Gewisse Überschneidungen mit Teil VI wird der Leser kaum als störend empfinden. Der Abschnitt über Quellen-Nachweisgeräte und Neutronenspektroskopie bringt eine Fülle von Material, das besonders den Experimentalphysiker interessiert. Der nächste Abschnitt enthält im wesentlichen eine knappe Theorie der Kernreaktoren. Im letzten Abschnitt wird die kohärente Streuung langsamer Neutronen, also Beugungs- und Polarisationserscheinungen besprochen.

Alle Teile weisen am Ende ein umfassendes Literaturverzeichnis auf. Leider sind die Inhaltsverzeichnisse allgemein sehr knapp gehalten, besonders im siebten Teil, was die Verwendbarkeit des Buches als Nachschlagewerk erheblich erschwert. W. RIEZLER (Bonn).

Friedrichs, K. O.: Mathematical Aspects of the Quantum Theory of Fields. New York: Interscience Publishers, Inc. 1953. 272 S. $ 5.00 br.

Dieses Buch ist ein durch Zusätze, Korrektionen und einen Anhang ergänzter Zusammendruck von Arbeiten des Verf., die in den Jahren 1951 bis 1953 in den *Communications on Pure and Applied Mathematics* erschienen sind. In diesen ist es sein Ziel, die Theorie der wechselwirkungsfreien Felder (freier Bosonen- und Fermionenfelder, Bosonenfelder bei gegebenen Quellen und Bosonen- und Fermionenfelder bei gegebenem Potential) in mathematisch einwandfreier Weise darzustellen. Hierzu werden die üblichen Feldoperatoren, die, wie schon aus ihren singulären Vertauschungsrelationen hervorgeht, nur symbolische Bedeutung haben, durch mittels beliebiger quadratintegrabler Funktionen gebildete Operatordistributionen im Sinne von L. SCHWARTZ ersetzt. Wie mit Hilfe der Fockraumdarstellung (Darstellung im Konfigurationsraum) bewiesen wird, ist der Definitionsbereich der so gewonnenen Operatoren dicht im HILBERT-Raum; der Abschluß dieser Operatoren ist spektral darstellbar. Mit diesen Operatoren werden die kanonischen Transformationen, die zur Beschreibung der Felder bei Anwesenheit von Quellen oder Potentialen führen, konstruiert. Diese Transformationen vermitteln zwischen den ursprünglichen „unmodifizierten" und den „modifizierten" Darstellungen; in den letzteren verhalten sich die Felder wie solche ohne Quellen bzw. Potentiale in der ersten Darstellung. Hieraus folgen in einfacher Weise die

Ausdrücke für Übergangswahrscheinlichkeiten und Elemente der Streumatrix. Die so erhaltenen Ergebnisse unterscheiden sich nicht wesentlich von denen anderer Autoren, doch legt der Verf. besonderen Wert auf die Möglichkeit der legitimen Herleitung und auf eine ausführliche Diskussion der Existenzbedingungen und verschiedener Formen dieser Transformationen.

Zu Beginn des Buches werden die aus der Theorie des HILBERT-Raumes benutzten Begriffe, insbesondere die Spektraldarstellung, erläutert. In Teil I werden die Operatordistributionen eingeführt und diskutiert. Teil II entwickelt die Fockraum- oder Teilchendarstellung. Teil III gibt die Anwendung auf Bosonenfelder bei äußeren Quellen, Teil V die auf Bosonen- und Fermionenfelder bei linearen homogenen Kräften, d.h. bei beliebigen potentialartigen Zusatzgliedern zur Energie. In Teil IV wird die Besetzungszahldarstellung eingeführt, welche im Gegensatz zur Teilchendarstellung auch die Beschreibung gewisser „myriotisch" genannter Felder von unendlicher mittlerer Teilchenzahl erlaubt. (Myriotische Felder sind solche, bei denen die Plätze genügend hoher Ordnungszahl nach POISSON-Verteilungen besetzt sind. Solche Feldzustände sind orthogonal zu den einen HILBERT-Raum für sich bildenden Feldzuständen endlicher mittlerer Teilchenzahl, wie sie die Teilchendarstellung liefert.) Der Anhang gibt die LORENTZ-invariante Behandlung des Problems von Teil V für Bosonenfelder.

Das Buch ist in erster Linie für Mathematiker gedacht, die einen auch ihren Ansprüchen gerecht werdenden Zugang zur Feldtheorie suchen. Darüber hinaus kann es auch theoretischen Physikern empfohlen werden, die sich von der Möglichkeit exakter Fassung der feldtheoretischen Grundbegriffe überzeugen wollen.

KURT SYMANZIK (Göttingen).

Ostwald, Grete: Wilhelm Ostwald mein Vater. Stuttgart. Berliner Union 1953. 290 S. u. 8 Kunstdrucktafeln. DM 24.—.

Am 2. September 1953, dem 100. Geburtstage WILHELM OSTWALDS, fand an der Leipziger Universität eine Festsitzung statt, bei der — neben bemerkenswerten anderen Ansprachen — einer der Redner OSTWALD als Physikochemiker würdigte, der andere von seinem Leben und seiner Gesamtpersönlichkeit erzählte. Bald darauf lud die Leopoldina, Deutsche Akademie der Naturforscher, nach Halle zu einer Veranstaltung ein, bei der nur OSTWALDS Farbenlehre zu Worte kam. OSTWALDS physikalische Chemie steht unangefochten da und hat durch den Nobelpreis von 1909 ihre Krönung gefunden. Das Bild von OSTWALDS weltanschaulich-philosophischen und organisatorischen Bestrebungen schwankt, von der Parteien Gunst und Haß verwirrt. Über seine Farbenlehre spukt in den Köpfen auch namhafter älterer Physiker (die jüngeren wissen überhaupt nichts mehr davon) nur die Erinnerung an die Fehden, die OSTWALD in den Jahren vor und nach 1920 ihretwegen mit vollem Recht bestehen mußte. Inzwischen ist der Schlachtenlärm verklungen, und es gilt von ihr was der alte GOETHE im Rückblick auf vergangene Zeiten an den alten ZELTER geschrieben hat: „Nach so vielen Jahren war denn zu übersehen: das Dauernde, das Verschwundene. Das Gelungene trat vor und erheiterte, das Mißlungene war vergessen und verschmerzt". Und zum Zeichen dessen hat am 2. September die Deutsche Akademie das OSTWALDsche Besitztum in Großbothen bei Leipzig in ihre Obhut genommen, samt Laboratorien und Archiv. Es soll nun „WILHELM OSTWALD-*Archiv und -Forschungsstätte*" heißen und ein Mittelpunkt des gesamten Farbwesens werden.

Ist es somit nicht berechtigt, daß uns gerade in diesem Jahre OSTWALDS Tochter GRETE die Erscheinung des eigentümlichen Mannes in einem schön ausgestatteten Gedenkbuch erneut vor Augen führt? Die dreibändigen „Lebenslinien", eine umfangreiche Selbstdarstellung OSTWALDS, der man ihre 1194 Seiten verzeiht, weil sie mehr geben als den Bericht des eigenen Lebens, vielmehr ein Stück deutscher und nicht nur deutscher Geistesgeschichte der Jahrzehnte um die Jahrhundertwende, sind längst vergriffen. Nun zieht also noch einmal dieses äußerlich wie innerlich bewegte Dasein an uns vorüber: Dieser Nobelpreisträger und vielfache Ehrendoktor, dieser Erfinder und erste Austauschprofessor mit Amerika, dieser Friedenskämpfer, Normer und Organisator (1887 die Zeitschrift für Physikalische Chemie, 1889 die Klassiker der exakten Wissenschaften, 1894 die später Bunsengesellschaft genannte Vereinigung), dieser Energetiker allerorten, für die Völker, den Einzelnen und die Wissenschaft, dieser „unge-duldige Menschheitsbeglücker", dieser Mann der Chemie und der Wanderfreude, der Geige und des Klaviers, des Malens und des Bastelns, der Naturphilosophie und der Photographie, des Monismus und der Weltsprache, des Gärtnerns und der Farben. Es ist ein wahrer Wirbel des Ideenreichtums und der Schaffenskraft, in den wir hineingezogen werden. OSTWALDS Werke, hat man geschätzt, könnten einige 30 Bände in Lexikonformat füllen. Das „Schreibt zu viel und schließt zu kühn" wird schon als Argument gegen seinen Ruf nach Leipzig ausgesprochen und begleitet ihn durch das Buch. „Sie haben mehr Tinte fließen lassen als irgend jemand außer dem älteren Dumas", schreibt ihm RAMSAY schon 1906. „Als Sohn kannte er seines Vaters gefährlichen Ideenreichtum" heißt es einmal von OTTO OSTWALD. Er ist nicht ein Oktopus, der an jedem Arme gleichzeitig einen Federhalter führt, er ist ein Hekatompus. Und alles wird von OSTWALD geschrieben „bis zu allgemeiner Entrüstung originell und angriffslustig in den Anschauungen".

Hin und wieder fällt die Verf. ein Fehlurteil. Es stimmt nicht, daß noch heute „der Kulturentschluß zur allgemeinen Farbnormung ... am fernen Horizont" liege; wir haben eine solche seit langer Zeit. Es stimmt nicht, daß die Farbforschung „noch heute keine Heimstätte in Deutschland" habe; es gibt eine sehr rührige solche Stelle in West-Berlin. Auch mit dem, was an OSTWALDschen Äußerungen vorgetragen wird, kann man kaum immer einverstanden sein. Empfinden wir wirklich die „Wissenschaft ... ethisch (also sozial) irgendwie höher stehend als Religion und Kunst"? Hat wirklich die gegenwärtige Wissenschaft „mit dem überall eindringenden Entwicklungsgedanken den Optimismus von einer persönlichen Stimmung zu einer wissenschaftlichen Notwendigkeit gemacht ..., die ebenso gut begründet ist wie das Gesetz von der Erhaltung der Energie"? Aber selbst das Anfechtbare gewinnt in der Darstellung der Tochter fast etwas Liebenswertes. Dabei kommt auch der Humor nicht zu kurz: etwa der seegrüne Bart oder das rosafarbene Haar des Vaters, die jeweils anzeigten, an welcher Stelle des Farbkreises er gerade arbeitete, jener 2500 Farben, „die ihm mehrfach durch Kopf und Hand gegangen waren", für deren jede er „die Farblösung errechnet und eingestellt und die Ausfärbung durchgemessen", oder der „Suppenkasparchor" der Gegner der Farbenlehre aus dem „Kunstschreiberlager": „Ich esse diese Suppe nicht, nein diese Suppe eß ich nicht."

Dazu so viel Belangvolles: Von der Dorpater Studenten-, Assistenten-, Magister- und Doktorzeit, über die fast 6 Dozentenjahre am Rigaer Polytechnikum, in denen die Freundschaft und Arbeitsbeziehung zu SVANTE ARRHENIUS heranwächst und alsbald auch die zu VAN'T HOFF, bis zu den Zeiten des Leipziger Ordinariats von 1887 bis 1906 und zu dem langen tatenreichen Lebensabend in der lieblichen Park-, Wiesen- und Waldlandschaft von Großbothen. Man sollte eine Zeitschrift gründen oder Bücher schreiben, in denen das rein Belehrende zurücktritt und nur das Belebende bleibt. Hier ist ein solches Buch, und das größte „Schicksalswunder" daran ist nicht, wie es in ihm heißt, daß es aus einem traditionserfüllten Hause kommt, das aus zwei Weltkriegen mit allen seinen Vermächtnissen unversehrt hervorgegangen ist, sondern daß es eine liebende Frau geschrieben hat, die seit Jahrzehnten an den Rollstuhl gefesselt ist und sich doch einen so klugen Kopf bewahrt hat und ein so gütiges Herz.

E. BUCHWALD (Jena).

Leupold, Ernst: Die Bedeutung des Blutchemismus, besonders in Beziehung zu Tumorbildung und Tumorabbau. Stuttgart: Georg Thieme 1954. 207 S. DM 48.—.

Als II. Teil seines 1944 erschienenen Buches: „Der Zell- und Gewebsstoffwechsel als innere Krankheitsbedingung" bringt E. LEUPOLD in dem vorliegenden Buch eine Zusammenstellung seiner analytischen und weiterhin therapeutischen Untersuchungen auf dem Tumorgebiet. Der Autor behandelt die Beziehungen von Blutlipoiden, Cholesterin, Phosphatiden und Lipoidphosphor zum Blutzucker und deren Abweichungen im normalen und pathologischen Geschehen. Da bisher keine detaillierte Publikation von E. LEUPOLD über die von ihm hieraus abgeleiteten therapeutischen Möglichkeiten vorlag, gibt sein Buch wohl zum ersten Male die von ihm verwendete Methodik bekannt. Insofern hat sein Buch mehr den Charakter einer Erstpublikation als den einer abschließenden Zusammenfassung. Es ist sehr zu begrüßen, daß mit dem Erscheinen dieses Buches die Methodik auch von anderer Seite angewendet werden kann.

H. LETTRÉ (Heidelberg).

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.

Physikalisches Wörterbuch

Herausgegeben von Professor Dr. **Wilhelm H. Westphal,** Berlin. Mit etwa 10500 Stichwörtern und 1595 Textfiguren. Zwei Teile in einem Band. VII, 1628 Seiten 4°. 1952. Halbfranz DM 148.—

Inhaltsübersicht: **Erster Teil:** Stichwörter A—L. **Zweiter Teil:** Stichwörter M—Z. — Geschichte der Physik. Lebensdaten der Physiker. — Tabellen. — Nachträge.

„... Das ausgezeichnete Werk wird sicher mit Beifall aufgenommen werden. In erster Linie wendet es sich an den Physiker, der sich über ihm weniger geläufige Gebiete informieren will, wobei die vielen Literaturhinweise sehr nützlich sind. Selbstverständlich ist das Buch auch Wissenschaftlern der Nachbargebiete zu empfehlen. Wer sich beispielsweise über den *dynamischen* Photoelektronenvervielfacher, Isotopentrennung, Wasserstofflampe, V-Teilchen oder sonstige physikalische Begriffe unterrichten will, wird gerne zum Handwörterbuch der Physik greifen, das von den Abbildungsgesetzen bis zur Zylinderwelt Antwort auf ungezählte Fragen gibt ..."

(Zeitschrift für angewandte Physik.)

Kleines Lehrbuch der Physik

ohne Anwendung höherer Mathematik

Von Professor Dr. **Wilhelm H. Westphal,** Berlin. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 283 Abbildungen. VIII, 263 Seiten Gr.-8°. 1953. Ganzleinen DM 12.60

Inhaltsverzeichnis: **Einleitung.** — **I. Mechanik der Massenpunkte und der starren Körper:** Bewegungslehre. Kraft. Bewegungsgröße. Arbeit und Energie. Kreisbewegung. Kräftepaare. Schwingungen. Die Gravitation. — **II. Mechanik der Stoffe:** Aufbau und allgemeine mechanische Eigenschaften der Stoffe. Mechanik ruhender Flüssigkeiten und Gase. Mechanik strömender Flüssigkeiten und Gase. Elastische Wellen und Schwingungen. — **III. Wärmelehre:** Wesen der Wärme. Temperatur. Wärmemenge. Änderungen des Aggregatzustandes. — Wärme und Arbeit. — **IV. Elektrostatik.** Elektrische Ströme: Elektrostatik. Elektrische Ströme in festen und flüssigen Leitern. Elektrische Ströme in Gasen. — **V. Magnetismus und Elektrodynamik:** Magnete. Magnetische Felder. Elektromagnetische Wechselwirkungen. Die magnetischen Eigenschaften der Stoffe. Wechselstrom. Elektrische Schwingungen und Wellen. — **VI. Die Lehre vom Licht und allgemeine Strahlungslehre:** Allgemeines. Strahlenoptik. Wellenoptik. Das gesamte elektromagnetische Spektrum. Quantenoptik. Materiewellen. — **VII. Die Atome:** Die Atomhülle. Die Atomkerne. — **Sachverzeichnis.**

Physik

Ein Lehrbuch

Von Professor Dr. **Wilhelm H. Westphal,** Berlin. Sechzehnte und siebzehnte Auflage. Mit 649 Abbildungen. XII, 743 Seiten Gr.-8°. 1953. Ganzleinen DM 33.60

Inhaltsübersicht: Einleitung. **Mechanik der Massenpunkte und der starren Körper:** Bewegungslehre. Die Lehre von den Kräften. Die allgemeine Gravitation. **Physik der Stoffe:** Die Materie. Die Elastizität der festen und flüssigen Stoffe. Mechanik ruhender Flüssigkeiten. Mechanik ruhender Gase. Mechanik bewegter Flüssigkeiten und Gase. Schwingungen und Wellen. Schall. **Wärmelehre:** Das Wesen der Wärme. Zustandsgleichungen. Wärmeenergie. Änderungen des Aggregatzustandes, Lösungen. Die drei Hauptsätze der Wärmelehre. Wärme und Arbeit. **Elektrostatik:** Die elektrostatischen Erscheinungen im Vakuum. Die elektrischen Eigenschaften der Stoffe. **Elektrische Ströme:** Elektrische Ströme in festen Leitern. Elektrische Ströme in flüssigen Leitern. Elektrische Ströme in Gasen. **Magnetismus und Elektrodynamik:** Magnetische Felder im Vakuum. Die magnetischen Eigenschaften der Stoffe. Elektromagnetische Induktion. Wechselstrom. Elektrische Maschinen. Elektrische Schwingungen und Wellen. **Optik und allgemeine Strahlungslehre:** Das Wesen des Lichtes. Lichtmessung. Geometrische Optik. Wellenoptik. Das elektromagnetische Spektrum. Strahlungsgesetze. **Relativitätstheorie. Quantentheorie. Atome und Moleküle. Kristalle:** Quantentheorie des Lichtes. Quantentheorie der Atome und Moleküle. Quantenmechanik. Physik der Atomkerne. Ultrastrahlung. **Astrophysik und Physik des Weltalls.** Schlußwort. Anhang. Namen- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Ergebnisse und Probleme der modernen anorganischen Chemie

Von **H. J. Emeléus**, D.Sc., A.R.C.S., F.R.S., Professor of inorganic Chemistry, University of Cambridge, und **J. S. Anderson**, Ph.D., A.R.C.S., Deputy Chief scientific officer, Atomic energy Research Establishment. Übersetzung der zweiten englischen Auflage von Dr. **Kurt Karbe.** Zweite Auflage. Mit 68 Textabbildungen. XV, 540 Seiten Gr.-8⁰. 1954. Ganzleinen DM 48.—

Inhaltsübersicht: Atombau und Periodisches System. — Atomgewicht und Isotopie. — Die chemische Bindung. — Der Aufbau der festen anorganischen Verbindungen. — Molekularstruktur anorganischer Verbindungen. — Koordinationsverbindungen und anorganische Stereochemie. — Polysäuren und Silikate. — Wasserstoff und die Hydride. — Freie Radikale mit kurzer Lebensdauer. — Nichtmetalloxyde und verwandte Verbindungen. — Die neueste Chemie der Nichtmetalle. — Die Peroxyde und Peroxysäuren. — Neuere Chemie der Metalle. — Metallcarbonyle, -nitrosyle und verwandte Verbindungen. — Metalle und intermetallische Verbindungen. — Einige Einlagerungs- und nichtstöchiometrische Verbindungen. — Reaktionen im flüssigen Ammoniak und anderen nichtwäßrigen Lösungsmitteln. — Radioaktivität und Atomzerfall.

Kurzes Lehrbuch der anorganischen und allgemeinen Chemie

Von Dr. **Gerhart Jander**, o. Professor an der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg, und Dr. **Hans Spandau**, Privatdozent an der Technischen Hochschule Braunschweig. Fünfte Auflage. Mit 169 Abbildungen. XII, 563 Seiten Gr.-8⁰. 1952. Ganzleinen DM 19.80

Inhaltsübersicht: Einleitung. 1. Grundbegriffe der Chemie und ihre Erklärung am Beispiel des Systems Wasser. 2. Die elementaren Bestandteile des Wassers. Ozon. Wasserstoffperoxyd. 3. Die Bestandteile der Luft. 4. Der Kohlenstoff. 5. Die Metalle. 6. Die Halogene. 7. Die Eigenschaften von Lösungen, insbesondere von wäßrigen Lösungen. 8. Die Chalkogene. 9. Gleichgewichtslehre. Massenwirkungsgesetz. 10. Das periodische System. Der Atombau. 11. Die Stickstoffgruppe. 12. Die 4. Hauptgruppe des periodischen Systems und das Bor. 13. Die Alkalien. 14. Zweite Hauptgruppe des periodischen Systems. 15. Die radioaktiven Elemente. 16. Dritte Hauptgruppe des periodischen Systems. 17. Die Nebengruppen des periodischen Systems. 18. Physikalische Untersuchungsmethoden als Hilfsmittel der anorganischen Chemie. 19. Die Katalyse. 20. Komplexverbindungen und Koordinationslehre. 21. Die Hydride. 22. Intermetallische Verbindungen, intermetallische Phasen. 23. Der kolloide Verteilungszustand der Materie. 24. Die Chemie der Hydrolyse und der höhermolekularen Hydrolyseprodukte (Polysäuren und Polybasen). Hochmolekulare anorganische Verbindungen. 25. Oxydhydrate und Hydroxyde. 26. Reaktionen im festen Aggregatzustand. 27. „Wasserähnliche", anorganische Lösungsmittel. 28. Geochemie. Sachverzeichnis.

Lehrbuch der gesamten Chemie

Von Dr. phil. **F. L. Breusch**, Professor an der Universität Istanbul, Direktor des Zweiten Chemischen Instituts. Zweite Auflage. Mit 85 Abbildungen. VI, 426 Seiten Gr.-8⁰. 1954. Ganzleinen DM 29.70

Inhaltsübersicht: **Allgemeine Chemie.** Einleitung. Werkzeuge der Chemie. Zusammensetzung der Substanzen. Die Elemente und ihre Ordnung im Periodensystem. Atomkerne. Die Arten der chemischen Bindung. Verhalten der Verbindungen. Zustände und Vorgänge in Lösungen. Die chemischen Reaktionen. — **Spezielle anorganische Chemie.** Nichtmetalle. Metalle. — **Organische Chemie.** Einleitung und Methoden. Aliphatische Kohlenwasserstoffe. Aliphatische Verbindungen mit einem Substituenten. Aliphatische Verbindungen mit mehreren gleichen Substituenten. Aliphatische Verbindungen mit zwei und mehr verschiedenen Substituenten. Aromatische Kohlenwasserstoffe. Aromatische Derivate mit einem oder mehreren Substituenten derselben Art. Aromatische Stoffe mit verschiedenen Substituenten. Hydroaromatische Verbindungen. Farbstoffe. Heterocyclische Verbindungen. Hochpolymere. Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Diesem Heft liegen zwei Prospekte bei vom Springer-Verlag, Berlin - Göttingen - Heidelberg.